

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**NÍVEIS DE GLICERINA PARA NOVILHAS MESTIÇAS  
CRIADAS A PASTO: DESEMPENHO ANIMAL E  
COMPORTAMENTO INGESTIVO**

Autora: Mariana de Souza Farias  
Orientador: Prof. Dr. Ivanor Nunes do Prado  
Co-orientador: Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva

MARINGÁ  
ESTADO DO PARANÁ  
Março – 2011

# **NÍVEIS DE GLICERINA PARA NOVILHAS MESTIÇAS CRIADAS A PASTO: DESEMPENHO ANIMAL E COMPORTAMENTO INGESTIVO**

Autora: Mariana de Souza Farias  
Orientador: Prof. Dr. Ivanor Nunes do Prado  
Co-orientador: Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de concentração Produção e Nutrição de Ruminantes.

MARINGÁ  
ESTADO DO PARANÁ  
Março – 2011

## Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

F224n	<p>Farias, Mariana de Souza</p> <p>Níveis de glicerina para novilhas mestiças criadas a pasto : desempenho animal e comportamento ingestivo / Mariana de Souza Farias. -- Maringá : [s. n.], 2011. 64 f. : il., tabs.</p> <p>Orientador : Prof. Dr. Ivanor Nunes do Prado. Co-orientador: Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva. Dissertação apresentada no formato de dois artigos. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2011.</p> <p>1. Níveis de glicerina. 2. Comportamento ingestivo. 3. Desempenho animal - Novilhas mestiças. 4. Suplementação a pasto. 5. Digestibilidade. I. Universidade Estadual de Maringá. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. II. Prado, Ivanor Nunes do. III. Silva, Robério Rodrigues. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 21.ed. 636.21</p>
-------	---



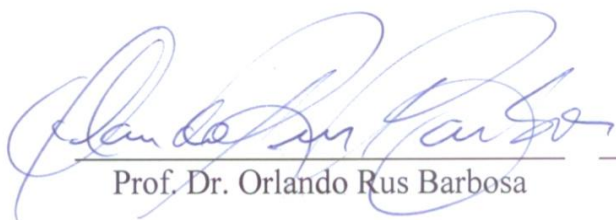
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

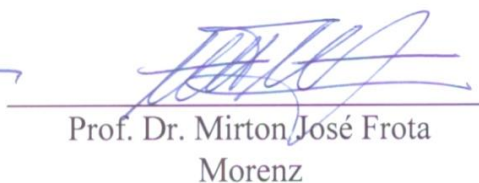
**NÍVEIS DE GLICERINA PARA NOVILHAS MESTIÇAS  
CRIADAS A PASTO: DESEMPENHO ANIMAL E  
COMPORTAMENTO INGESTIVO**

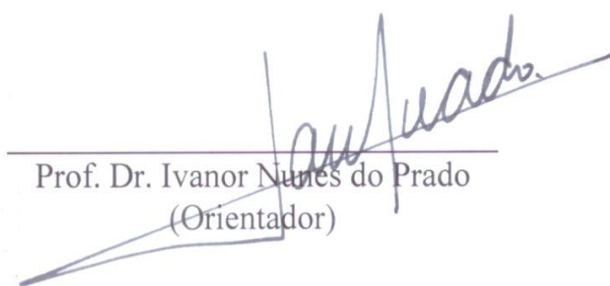
Autora: Mariana de Souza Farias  
Orientador: Prof. Dr. Ivanor Nunes do Prado

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia - Área de Concentração Produção  
Animal

APROVADA em 01 de março de 2011.

  
Prof. Dr. Orlando Rus Barbosa

  
Prof. Dr. Mirton José Frota  
Morenz

  
Prof. Dr. Ivanor Nunes do Prado  
(Orientador)

A Deus,  
Pela vida maravilhosa e guia nessa jornada,

Ao meu anjinho da guarda,  
Pela superproteção e cuidado

Aos pais, Sebastião e Percília,  
pelo amor incondicional, força, confiança  
e pelo incentivo nas horas de dificuldade

Aos irmãos: Jáider, Janete e Hatten,  
pelo carinho, amor e cuidado.

Aos sobrinhos: Sarah, Yasser, Livia e Faris,  
pela alegria, amor e carinho.

A tia Elane e a cunhada Silvana,  
pelo incentivo, carinho, cuidado e torcida.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por tornar esta conquista possível.

A Universidade Estadual de Maringá, por me acolher e possibilitar a realização deste trabalho e a conquista deste sonho.

A Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, pelo total apoio durante a realização do experimento e acolhida durante o mestrado “sanduíche”.

A CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela bolsa de estudos.

Ao prof. Dr. Ivanor Nunes do Prado, pela grande orientação, amizade e ensinamentos durante estes dois anos e, pelos “puxões de orelha” quando necessários, pelos momentos de descontração nos encontros do grupo e durante os trabalhos na sala. Professor, sou muito grata por ter acreditado em mim e me incentivado a concretizar a busca deste sonho. Muito obrigada!

Ao prof. Dr. Robério Rodrigues Silva, pela coorientação, ensinamentos, dedicação e por disponibilizar a fazenda e animais para a realização do experimento.

Aos meus pais, Percília e Sebastião, pelo amor incondicional, força, apoio, incentivo na busca pelos meus objetivos, paciência, orações, grandes ensinamentos, “puxões de orelha” e por me tranquilizar nos momentos de desespero,

Aos irmãos, Jáider, Janete e Hatten, pelo amor incondicional, força, companheirismo, união, amizade, palhaçadas e aos sobrinhos, Sarah, Yasser, Lívia, e Faris, pelo carinho e por transformar o mundo em alegria com a inocência de criança.

Aos familiares, a cunhada Silvana, aos tios Antônio, Elane e Vane, aos primos Gláucun, Cássia e Geraldo, pela força, amizade, ensinamentos e apoio principalmente nas horas mais difíceis.

Ao prof. Dr. Geraldo Tadeu dos Santos da UEM, pelo mestrado “sanduíche” entre os Programas de Pós-graduação da UEM e UESB através do PROCAD.

Aos professores da UESB, prof. Dr. Aureliano Pires, prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva e prof. Dr. Jair de Araújo Marques, pelos ensinamentos e conselhos valiosos.

Aos grandes amigos e companheiros de república Bruna Ponciano, Agalgisa Cabral e Reginaldo Moura, pela grande amizade, companheirismo, boas conversas, cuidado, risadas durante o período de convivência, paciência nos momentos difíceis.

Aos eternos amigos, João Júnior, Marcella, Djosye, Carol, Viviane, Marina Blume, Rosiane, Mariângela, Ana Luísa, Leonardo, Mônica, Altair, Tatiane, André, Ivan, Tiago, Carlos Eiras, Lívia Facuri, Karina Albuquerque, pela grande amizade, apoio, força, paciência, incentivo nesta conquista e momentos inesquecíveis.

Aos amigos e “tutores”, Adriana, Fernando, Beto e Maribel, pelo apoio e incentivo durante o processo de escrita da dissertação, grande amizade, ensinamentos.

Aos orientados do prof. Dr. Ivanor, Maria, Dayane, Bruna Sestari, Beatriz, Marival, Lucas (Tocantins), Lorryny, Olguita e Renato, pela amizade, auxílio e momentos de descontração durante as análises no laboratório.

Aos orientados do prof. Dr. Robério, Mônica, Lívia Costa, Daniel Lucas, Daniele, George, Anderson, Fabrício, Hermógenes, Elisângela, Ramon, Mateus e Daniel, pelo auxílio, companheirismo e descontração durante a parte de campo do experimento.

Aos funcionários da UEM: Denílson e Rose, pelos inúmeros socorros burocráticos e atenção; Cleuza, Creuza e Augusto, pelos inúmeros ensinamentos, socorros nas análises, pela paciência e descontração durante os trabalhos, até mesmo com o “extrato eterno”; José Carlos, (braço direito do grupo do Confinamento), pelos socorros, boas conversas, risadas, caronas e o café mais doce do que mel.

Aos funcionários da UESB, Maísa, pelos socorros na parte burocrática, ao Zé, pelos equipamentos de coleta do laboratório, ao chefe do setor de transporte, por sempre disponibilizar o transporte para a fazenda, aos motoristas Zezão, Pedro Bala, Cristiano, pelo transporte com segurança e descontração.

Ao funcionário da fazenda Princesa do Mateiro, Eron e sua família, pela enorme ajuda, companheirismo e boas conversas durante a parte de campo do experimento.

A família que me acolheu em Itapetinga/BA, Sr. Nelson e Sra. Leci, Taline, Larissa, Lívia, Thaíse e Sofia, pela amizade, risadas e momentos inesquecíveis.

A todos que torceram e contribuíram de alguma forma para a concretização desta conquista.

## BIOGRAFIA DO AUTOR

Mariana de Souza Farias, filha de Sebastião Pereira de Souza e Percília Augusta de Farias Souza, nasceu em Governador Valadares – MG, no dia 06 de setembro de 1981.

Em abril de 2008, concluiu o Curso de Zootecnia, pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – RJ.

Em março de 2009, matriculou-se no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, nível de Mestrado, área de concentração Produção Animal, na Universidade Estadual de Maringá, com estudos na área de Produção e Nutrição de Ruminantes.

No mês de março de 2011, submeteu-se à banca examinadora para defesa da Dissertação de Mestrado.



## ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	3
INTRODUÇÃO GERAL .....	5
Caracterização da produção bovina no Brasil .....	5
Caracterização das pastagens .....	6
Suplementação animal em pastagens.....	7
Recria de novilhas.....	8
Produção e caracterização da glicerina .....	9
Glicerina na dieta de ruminantes .....	11
Comportamento ingestivo em ruminantes .....	13
Referências.....	16
OBJETIVOS GERAIS .....	20
I – NÍVEIS DE GLICERINA PARA NOVILHAS MISTIÇAS CRIADAS A PASTO: DESEMPENHO, INGESTÃO, EFICIÊNCIA ALIMENTAR E DIGESTIBILIDADE	21
Resumo .....	21
Abstract.....	22
Introdução .....	23
Material e Métodos.....	24
Resultados e Discussão.....	29
Conclusões .....	33
Referências.....	34

II – NÍVEIS DE GLICERINA PARA NOVILHAS MESTIÇAS CRIADAS A PASTO: COMPORTAMENTO INGESTIVO .....	36
Resumo. ....	36
Abstract.....	37
Introdução .....	38
Material e Métodos.....	39
Resultados e Discussão.....	43
Conclusões .....	51
Referências.....	52
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	55

## ÍNDICE DE FIGURAS E TABELAS

	Página
Figura 1. Diagrama da obtenção do biodiesel e da glicerina.....	10
Figura 2. Representação esquemática da reação de transesterificação.....	11
I – NÍVEIS DE GLICERINA PARA NOVILHAS MESTIÇAS CRIADAS A PASTO: DESEMPENHO, INGESTÃO, EFICIÊNCIA ALIMENTAR E DIGESTIBILIDADE.....	21
Tabela 1. Composição percentual com base na matéria natural dos concentrados utilizados.....	25
Tabela 2. Composição química da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu e dos concentrados (% de MS), disponibilidade total de matéria seca, biomassa residual, taxa de lotação, taxa de acúmulo e oferta de forragem.....	29
Tabela 3. Peso inicial, final e ganho médio diário de novilhas criadas em pastagem de <i>B. brizantha</i> cv. Marandu alimentadas com diferentes níveis de glicerina com suas respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação ( $r^2$ ).....	30
Tabela 4. Ingestão de alimentos de novilhas criadas em pastagem de <i>B. brizantha</i> cv. Marandu alimentadas com diferentes níveis de glicerina com suas respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação ( $r^2$ ).....	32
Tabela 5. Coeficiente de digestibilidade e suas respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação ( $r^2$ ).....	33
II – NÍVEIS DE GLICERINA PARA NOVILHAS MESTIÇAS CRIADAS A PASTO: COMPORTAMENTO INGESTIVO.....	36

Tabela 1. Composição percentual com base na matéria natural dos concentrados utilizados.....	40
Tabela 2. Composição química da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu e dos concentrados (% de MS), disponibilidade total de matéria seca, biomassa residual, taxa de lotação, taxa de acúmulo e oferta de forragem.....	43
Tabela 3. Ingestão de alimentos de novilhas criadas em pastagem de <i>B. brizantha</i> cv. Marandu alimentadas com diferentes níveis de glicerina com suas respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação ( $r^2$ ).....	44
Tabela 4. Tempos (minutos) de pastejo, ruminação, ócio e cocho de novilhas criadas em pastagem de <i>B. brizantha</i> cv. Marandu suplementadas com diferentes níveis de glicerina com suas respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação ( $r^2$ ).....	46
Tabela 5. Número de períodos de pastejo (NPP), ruminação (NPR), ócio (NPO), cocho (NPC) de novilhas criadas em pastagem de <i>B. brizantha</i> cv. Marandu alimentadas com diferentes níveis de glicerina com suas respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação ( $r^2$ ).....	47
Tabela 6. Tempo por período de pastejo (TPP), ruminação (TPR), ócio (TPO) e cocho (TPC), em minutos, de novilhas criadas em pastagem de <i>B. brizantha</i> cv. Marandu alimentadas com diferentes níveis de glicerina com suas respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação ( $r^2$ ).....	48
Tabela 7. Tempo de alimentação total (TAT), mastigação total (TMT), número de mastigações por bolo (MBOL), tempo por bolo ruminado (TBR), eficiência de alimentação da matéria seca (EAMS), eficiência de ruminação da matéria seca (ERMS), eficiência de alimentação da FDN (EAFDN), eficiência de ruminação da FDN (ERFDN), número de bolos ruminados por dia (NBR), matéria seca por bolo ruminado (MSB) e FDN por bolo ruminado (FDNB) de novilhas criadas em pastagem de <i>B. brizantha</i> cv. Marandu alimentadas com diferentes níveis de glicerina com suas respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação ( $r^2$ ).....	51

## RESUMO

Objetivou-se estudar o efeito da inclusão de diferentes níveis de glicerina sobre o desempenho animal, eficiência alimentar, digestibilidade aparente e comportamento ingestivo em novilhas suplementadas em pastagem de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu. O período experimental foi de 102 dias, sendo os primeiros 14 dias como período de adaptação das novilhas às dietas experimentais e ao manejo. Foram utilizadas 36 novilhas mestiças com peso inicial médio de 226 kg e 13 meses de idade, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e nove repetições: G00 = controle; G2,80 = 2,80%; G6,10 = 6,10% e G9,00 = 9,00% de glicerina na matéria seca da dieta ingerida. A glicerina bruta apresentava 16% de metanol e para a eliminação deste, foi aquecida a 75°C antes da mistura ao concentrado. As novilhas foram pesadas a cada 28 dias para avaliação do ganho médio diário (GMD). A ingestão de matéria seca foi estimada a partir da produção fecal, verificada com auxílio de óxido crômico (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), como indicador externo e da matéria seca indigestível e (MSi) como indicador interno. A digestibilidade aparente foi estimada a partir da produção fecal determinada pelo óxido crômico. O comportamento ingestivo foi realizado pelo acompanhamento das atividades dos animais por meio de observações com anotações contínuas durante 24 horas, a cada cinco minutos, a média do número de mastigações meréricas por bolo ruminal, do tempo gasto para ruminção de cada bolo e o número de bolos ruminados no período, sendo registrada com cronômetros digitais, nove valores por animal. A inclusão de glicerina, na dieta das novilhas, determinou redução linear (P<0,05) no peso final (PVF) e ganho médio diário (GMD) das novilhas suplementadas em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. A ingestão diária de matéria seca (kg/dia) do suplemento, da pastagem e total foi semelhante (P>0,05) entre

os tratamentos. A ingestão de extrato etéreo aumentou de forma linear ( $P < 0,05$ ) conforme o acréscimo de glicerol na dieta ( $\hat{Y} = 61,995 + 0,975x$ ). A ingestão de carboidratos apresentou redução linear ( $P < 0,05$ ) em função dos níveis de glicerol às dietas. A inclusão de glicerina não teve efeito ( $P > 0,05$ ) sobre os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, fibra em detergente neutro, proteína bruta, extrato etéreo, carboidratos não fibrosos e carboidratos totais. Por outro lado, a inclusão de glicerina às dietas aumentou de forma linear ( $P < 0,05$ ) o coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo. A inclusão de glicerina na dieta das novilhas determinou uma redução linear ( $P < 0,05$ ) no tempo de pastejo, aumento linear ( $P < 0,05$ ) no tempo de ócio, efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) no tempo de cocho e não teve efeito sobre o tempo de ruminação. Ainda, não alterou ( $P > 0,05$ ) o número de período em pastejo e ruminação. No entanto, o número de período em ócio mostrou uma equação quadrática ( $P < 0,05$ ). O período de cocho mostrou uma redução linear ( $P < 0,05$ ) com o aumento dos níveis de glicerina. A glicerina não alterou ( $P > 0,05$ ) o tempo por período de pastejo e ruminação. O tempo de período de ócio aumentou ( $P < 0,05$ ) de forma linear com aumento da glicerina. O tempo apresentou um efeito quadrático ( $P < 0,05$ ). O tempo de alimentação e de mastigação total mostrou uma redução linear ( $P < 0,05$ ) com aumento dos níveis de glicerina. A glicerina teve efeito variado sobre as variáveis estudadas, porém sem perturbar de forma significativa o comportamento ingestivo das novilhas. Além disso, o menor desempenho das novilhas suplementadas pode ser atribuído a qualidade da glicerina e não as alterações do comportamento.

**Palavras-chave:** comportamento animal, desempenho animal, eficiência alimentar, glicerina, ingestão, novilhas

## ABSTRACT

The objective was to study the effect of including different levels of glycerin on animal performance, feed efficiency, digestibility and ingestive behavior of Heifers on *Brachiaria brizantha* cv Marandu. The experimental period was 102 days, being the first 14 days as an adaptation period of heifers to experimental diets and management. There were used 36 crossbred heifers with an average initial weight of 226 kg and 13 months old, distributed in a completely randomized design with four treatments and nine replications: G0.0 = control, G2.80 = 2.80%, G6.10 = 6.10 and G9.00 = 9.00% of glycerin in dry matter of the ingest diet. The crude glycerin had 16% methanol and for its elimination it was heated to 75 °C before mixing the concentrate. Heifers were weighed every 28 days for evaluation of average daily gain (ADG). The dry matter intake was estimated from fecal output, recorded with the aid of chromic oxide ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) as an external marker and indigestible dry matter (DMi) as an internal marker. Apparent digestibility was estimated from fecal output determined by chromic oxide. Feeding behavior was conducted by monitoring the activities of the animals by means of continuous observations with annotations by 24 hours at every five minutes, the average number of chews per bolus rumen, the time spent ruminating each bolus and the number of bolus ruminated over the period was recorded using digital stopwatches being nine values per animal. The inclusion of glycerin in the diet of heifers determined a reduction ( $P < 0.05$ ) on the final end (PVF) and on the average daily gain (ADG) of heifers supplemented with *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. The dry matter daily intake (kg / day) of the supplement, pasture and total was similar ( $P > 0.05$ ) among treatments. The intake of ether extract increased linearly ( $P < 0.05$ ) as there was an increase of glycerol in diet ( $\hat{Y} = 61.995 + 0.975 x$ ). Carbohydrate intake decreased linearly ( $P < 0.05$ )

depending on the levels of glycerol to diets. The inclusion of glycerol had no effect ( $P > 0.05$ ) on the digestibility of dry matter, organic matter, neutral detergent fiber, protein, fat, carbohydrates and non-fibrous carbohydrates. Moreover, the inclusion of glycerin in the diets increased linearly ( $P < 0.05$ ) the digestibility of ether extract. The glycerin inclusion in heifer diet determined reduction ( $P < 0.05$ ) in the grazing time, a linear increase ( $P < 0.05$ ) in idle time, quadratic effect ( $P < 0.05$ ) in eating time and had no effect on rumination time. Therefore it did not affect ( $P > 0.05$ ) the number of periods in grazing and rumination. However, the number of idle period showed a quadratic equation ( $P < 0.05$ ). The eating period showed a linear decrease ( $P < 0.05$ ) with increased levels of glycerin. The glycerin was not affected ( $P > 0.05$ ) by the time period of grazing and rumination. The time of idle periods increased ( $P < 0.05$ ) linearly with increasing glycerin. The time had a quadratic effect ( $P < 0.05$ ). Feeding time and total chewing showed a linear decrease ( $P < 0.05$ ) with increased levels of glycerin. The glycerin had a varied effect on these variables, but do not significantly disturb the feeding behavior of heifers. In addition, the lower performance of Heifers can be attributed to the quality of glycerin and not by a change on the behavior.

**Keywords:** animal behavior, performance, feed efficiency, glycerin, intake, heifers



## INTRODUÇÃO GERAL

### *Caracterização da produção bovina no Brasil*

O Brasil apresenta um rebanho bovino efetivo de 173,2 milhões de cabeças, sendo o maior rebanho bovino comercial e o maior exportador de carne do mundo (ANUALPEC, 2010). Dos animais abatidos para produção de carne no país 85% são terminados exclusivamente a pasto e os demais em confinamento (6,8%), semiconfinamento (6,2%) ou em pastagens de inverno (2,0%) (ANUALPEC, 2010). Neste contexto, em razão da maior demanda por bovinos criados a pasto, implica na maior demanda por avanços tecnológicos em pesquisas e desenvolvimento. Da mesma forma, está ocorrendo uma mudança do sistema tradicional para sistemas empresariais com o objetivo de aumentar a produtividade e a rentabilidade do setor (Santos et al., 2002).

O Brasil está situado quase na sua totalidade na região tropical, o que proporciona condições para alto potencial na produção de forragem, por causa das elevadas temperaturas e alta luminosidade, principalmente no verão (Prado, 2010). Entretanto, estas mesmas condições provocam uma sazonalidade na produção de forrageiras, com abundância no período das águas que resulta em elevado desempenho animal e, uma produção limitada no período da seca que provoca um retardo no crescimento ou até mesmo perda de peso neste período (Prado et al., 2003). O maior custo para a produção de bovinos de corte é a alimentação. As condições edafoclimáticas nacionais proporcionam a utilização de pastagens como base da alimentação na criação de bovinos, o que reduz o custo de produção, além de promover melhores condições ao bem-estar animal.

## *Caracterização das pastagens*

As forrageiras brasileiras apresentam um rápido crescimento durante o período das águas. Todavia, logo após este período, há um rápido amadurecimento das plantas e vigoroso desenvolvimento dos tecidos de sustentação; fatores responsáveis pela diminuição da digestibilidade. No período seco do ano, observa-se uma queda acentuada na qualidade da forragem disponível (Moreira et al., 2004), o que reduz a velocidade de digestão dos carboidratos fibrosos oriundos das forragens. Para Zervoudakis et al. (2001), o teor energético das forrageiras tropicais é o fator mais limitante para a produção de carne e leite. Com a sazonalidade na produção de forrageiras, o baixo valor energético da maioria das pastagens torna ainda mais limitante no período seco, uma vez que a digestibilidade desta e o consumo de matéria seca e outros nutrientes são afetados, resultando em desempenho animal inferior ao esperado para animais em crescimento (Moreira et al., 2004). Para se ter uma curva ascendente na fase de recria de bovinos de corte há necessidade do uso da suplementação energética no período seco do ano para reduzir os efeitos negativos da sazonalidade no desempenho dos animais (Prado, 2010).

As plantas forrageiras tropicais também conhecidas como plantas C4 (grupo fotossintético) são plantas adaptadas às condições edafoclimáticas tropicais, com bom crescimento, disponibilidade de matéria seca e digestibilidade para os animais, principalmente no período das águas. Contudo, apresentam anatomia e composição química que interferem na digestibilidade da forragem, dependendo do estágio de vida, arranjo dos tecidos, espécie forrageira, condições climáticas. Quanto à sua anatomia, a presença de maior quantidade de tecidos de rápida ou total digestão (mesofilo e floema) aumentam a digestibilidade; estes tecidos estão em maior quantidade quando as plantas estão em estágio vegetativo (crescimento). Estes reduzem com o avançar da idade para a floração ou em situações de déficit hídrico, em que a quantidade de tecido de sustentação (feixes vasculares – xilema, tecidos lignificados ou suberizados), que são de baixa digestibilidade (Taiz & Zeiger, 2009). Quanto à composição química, que é dependente da espécie, do estágio de vida, da fração morfológica e disponibilidade de água para a planta, pode ocorrer aumento dos constituintes fibrosos que podem ocasionar em aumento da quantidade de lignina na parede celular e feixes vasculares, por ser uma fração fibrosa indigestível, esta é correlacionada de forma negativa com a

digestibilidade, o consumo pelos ruminantes e o teor de proteína bruta na pastagem (Paciullo et al., 2001).

O baixo teor de proteína da pastagem compromete o bom funcionamento do rúmen pela redução da quantidade de proteína degradada no rúmen (PDR) que será utilizada para a manutenção da população ruminal (Dove, 1996). Desta forma, há uma redução na população da microbiota ruminal, conseqüentemente, de bactérias fibrolíticas, comprometendo a degradação da fibra das forrageiras, principalmente no período seco, por ocorrer um aumento da senescência das plantas em razão do ciclo fisiológico da planta.

No período seco do ano, que ocorre de maio a novembro, determina menor valor nutritivo das pastagens, determinando baixo desempenho animal, principalmente nas fases de recria e terminação por causa da alta exigência nutricional destas categorias e que não são supridas apenas pela ingestão de forragem.

### *Suplementação animal em pastagens*

A suplementação de bovinos em pastejo é realizada com intuito de complementar os nutrientes em deficiência presente nas pastagens, principalmente no período crítico do ano (seca), visando suprir as exigências nutricionais da microbiota. Este aporte extra de nutriente faz com que o animal obtenha nutriente suficiente para manutenção e possa utilizar o excedente para produção, o que melhora seu desempenho e aumenta a taxa de lotação no pasto, e eleva a produtividade do sistema de produção a pasto (Reis et al., 2009). Silva et al. (2010) avaliaram os efeitos da suplementação energética e proteica em diferentes níveis (0,0; 0,3; 0,6 e 0,9% em relação ao peso corporal) em pastagens de *B. Brizantha* cv. Marandu sobre a ingestão de forragem, o desempenho animal e a digestibilidade dos nutrientes em novilhos Nelore na fase de terminação. Os autores concluíram que níveis crescentes de suplementação promovem alterações sobre a ingestão de fibra e modifica o padrão de degradação da mesma, além de promover melhorias no desempenho animal. Goes et al. (2009) avaliaram o efeito da suplementação proteica e proteico-energética sobre o desempenho de novilhos durante a época seca, fornecida de acordo com o peso vivo dos animais nas quantidades de 0,125%; 0,25%; 0,50% e 1,0% do PV, sendo que o grupo controle recebia apenas suplementação mineral. Estes autores concluíram que a suplementação proteico-

energética, com fornecimento de 1,0% do PV proporciona maior ganho de peso em novilhos mantidos em pastagens de *B. brizantha*, cv Marandu, durante a época seca do ano. Ainda, a suplementação proteico-energética, com 0,5 e 1,0% do PV, proporcionou melhor taxa de lotação em comparação a suplementação proteica.

Frizzo et al. (2003) avaliaram o efeito dos níveis de suplementação energética (0; 0,7 e 1,4% do peso vivo/dia) no desempenho de novilhas em pastagem e, encontraram maior ganho médio diário, carga animal e ganho de peso vivo (kg/ha) nos animais que receberam suplemento. Assim, os autores concluíram que ocorre um efeito aditivo e substitutivo em pastagem e o ganho de peso vivo/ha aumenta de forma linear com os níveis de suplementação diária de até 1,4% do PV.

Por outro lado, a suplementação energética aumenta o custo de produção de bovinos em pastejo. A energia é o nutriente que representa maior custo na alimentação (74,5% do custo total), segundo Corsi (1993). Em razão disso, várias pesquisas são realizadas para encontrar fontes alternativas de energia em substituição ao milho, mas que mantenha o desempenho dos animais. A suplementação energética tem como base a utilização do milho na formulação do concentrado. Entretanto, o milho é usado na alimentação humana e de monogástricos. Assim existe uma competição para sua utilização pelos ruminantes e outros animais. Por outro lado, o milho está sujeito às oscilações do preço no mercado internacional, por este ser uma *commodity*, o que pode tornar o custo da suplementação ainda mais alto. Como alternativa para reduzir essa competição pelo milho e a elevação do custo da alimentação, pesquisas têm sido realizadas no intuito de encontrar outras fontes de energia de menor custo para a alimentação bovina. Entre essas fontes alternativas se destaca a glicerina, coproduto da cadeia de produção de biodiesel (Abdalla et al., 2008; Mach et al., 2009; Parson et al., 2009), que após o incentivo ao uso do biodiesel, como fonte limpa de energia renovável, tem despertado interesse dos pesquisadores.

### *Recria de novilhas*

A fase de recria compreende um período no qual os animais estão em crescimento e sua exigência nutricional é alta (Moraes et al., 2006). Nesta fase de vida, os animais deveriam apresentar uma curva ascendente no ganho de peso para atingir, antecipadamente, a idade de reprodução ou de abate (Prado, 2010). No Brasil, a fase de

recria de animais de corte é realizada a pasto. Entretanto, quando se trata de recria de fêmeas a pasto, normalmente estas são destinadas a pastagem de qualidade inferior quando comparadas aos machos por questões de valorização da arroba do boi gordo. Desta forma, o desempenho das novilhas fica comprometido (Barcelos et al., 2003).

A criação de novilhas nos últimos anos tem ocorrido não só para reprodução, mas também para o abate. A vantagem na engorda de novilhas é o menor custo de produção quando comparada ao do macho e a possibilidade abate de animais com menor peso (300 – 360 kg de peso vivo). Além disso, as novilhas apresentam melhor cobertura de gordura (4 - 6 mm).

No sistema de produção de gado de corte a pasto, o desmame ocorre no final do período das águas (fevereiro a março); assim, a fase de recria é realizada no período de seca (abril a outubro). Desta forma, a baixa disponibilidade e qualidade nutritiva da forragem comprometem o desempenho dos animais (Cavalcanti Filho et al., 2004; Prado, 2010).

Em trabalho avaliando duas disponibilidades de forragem, 1.200 e 1.500 kg/ha de MS, associadas ou não à suplementação energética sobre o desempenho de novilhas de corte mantidas em pastagem, Pilau et al. (2005) observaram que o GMD e condição corporal foram afetados pela suplementação. O GMD foi, em média, de 0,78 e 0,56 kg/animal/dia para as novilhas suplementadas e exclusivamente sob pastejo. Os autores concluíram que a suplementação energética propiciou melhoria no ganho de peso e na condição corporal e, reduziu a relação entre ganho de peso vivo e condição corporal. A suplementação energética melhora a relação entre proteína e energia da dieta e pode promover mudanças na composição do ganho de peso das novilhas. Maior consumo de energia determina maior ganho, o que favorece a terminação ou puberdade precoce.

### *Produção e caracterização da glicerina*

O emprego de fontes renováveis de energia tem sido alvo de estudos, principalmente, nos últimos anos, motivados pela escassez e alta do preço do petróleo, bem como pelas preocupações sobre as mudanças climáticas globais. Entre as fontes renováveis, tem recebido grande atenção a produção de biodiesel (Abdalla et al., 2008). O governo federal brasileiro, no Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel, autorizou a adição de 2% de biodiesel ao óleo diesel comum de origem fóssil, desde

junho de 2008 e esta adição passará a 5% e a partir de 2013. Assim, serão necessários cerca de 2,5 bilhões de litros de biodiesel para cumprir a Lei 11097/2005, na qual a adição de biodiesel ao óleo diesel deverá ser de 5% (Abdalla et al., 2008).

O biodiesel é um combustível biodegradável que pode ser obtido a partir de diferentes fontes de gorduras animais, óleos vegetais ou óleo de frituras (Parente, 2003). No Brasil, existem dezenas de espécies vegetais que podem ser utilizadas na produção do biodiesel, como mamona, palma, girassol, babaçu, amendoim, pinhão manso, canola, algodão e soja, entre outros.

O esquema de produção, do biodiesel e de seus coprodutos, está apresentado na figura 1, conforme Parente (2003).

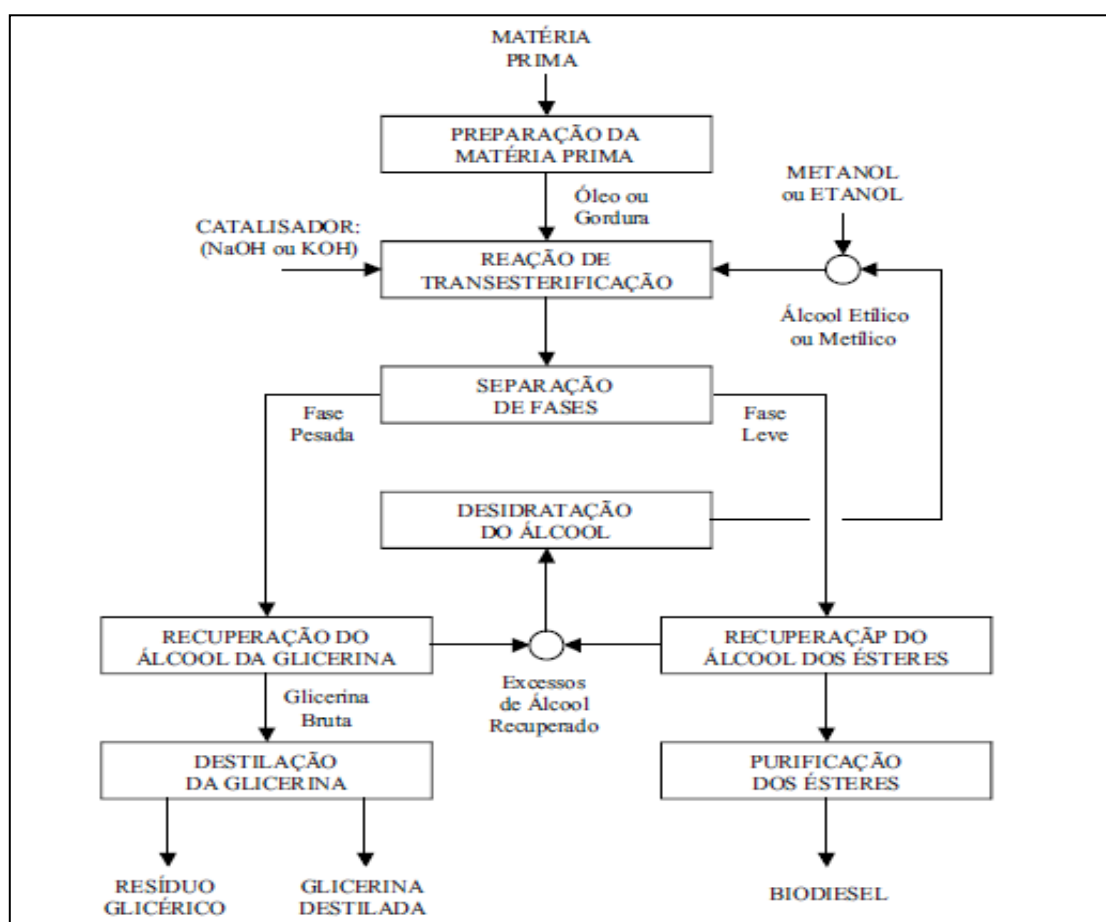


Figura 1. Diagrama da obtenção do biodiesel e da glicerina.

O aumento na produção do biodiesel envolve maior produção de seus coprodutos, como a glicerina. Para cada 90 m<sup>3</sup> de biodiesel produzidos, são gerados 10 m<sup>3</sup> de glicerina (Gonçalves et al., 2007). A glicerina é produzida como resultado da transesterificação de triglicerídeos com álcool (Morim et al. (2007). A glicerina contém entre 80 a 95% de glicerol (Ramos, 2000) e impurezas, como água, sais, ésteres, álcool,

óleo residual, os quais determinam baixo valor deste 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 Südekum (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 de alta pureza (acima de 99% de glicerol).

A reação de transesterificação na qual ocorre a formação da glicerina está apresentada na figura 2, segundo Morim et al. (2007).

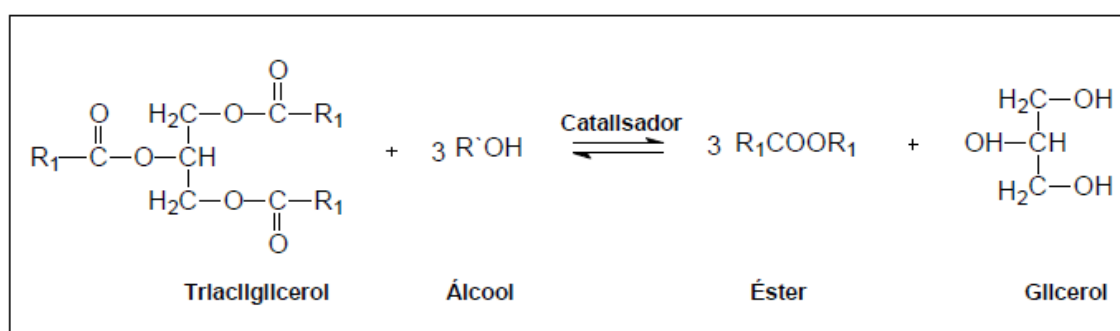


Figura 2. Representação esquemática da reação de transesterificação.

Atualmente, a glicerina é utilizada nas indústrias de tabaco, alimentos, bebidas e cosméticos (Dasari et al., 2005). No entanto, este mercado não absorve todo o excedente da produção de biodiesel que vem aumentando em larga escala. Desta forma, é necessário encontrar novas aplicações para a glicerina, dentre as quais se destaca seu uso na alimentação animal, como para os ruminantes.

### *Glicerina na dieta de ruminantes*

Os ruminantes têm a capacidade de utilizar o glicerol presente na glicerina como precursor gliconeogênico (Chung et al., 2007) para a manutenção dos níveis plasmáticos de glicose. O glicerol é convertido em glicose, pois este entra na forma de fosfato di-hidroxiketona e 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, pelo aumento da produção de propionato (Trabue et al., 2007), com

melhoria na eficiência de utilização da energia pelo animal e conseqüentemente, reduzirá a poluição do ambiente. Além disso, o glicerol presente na glicerina possui natureza higroscópica que pode melhorar a hidratação pela redução da velocidade de eliminação de água do organismo (Brisson et al., 2001), aumentar a capacidade de retenção de água das rações em ambientes de baixa umidade e melhorar a palatabilidade do concentrado por causa de seu aroma suave e sabor adocicado (Elam et al., 2008).

A glicerina se mostra como boa fonte de energia para vacas de leite em dieta com alta forragem de 1,98 a 2,27 Mcal/kg (Hippen et al., 2008). Valores de 1,91 Mcal/kg foram observados por DeFrain et al. (2004), quando alimentaram vacas em lactação com glicerol como fonte de energia. Vários estudos mostram que a utilização de glicerina em substituição de cereais com base na matéria seca (MS), pode representar um menor custo das rações de bovinos de corte, pelo fato deste coproduto ter baixo valor de mercado.

A glicerina é um composto com alta taxa de degradação e fermentação ruminal (Garton et al., 1961; Trabue et al., 2007). Segundo Schröder & Südekum (1999), a glicerina pode ser incluída em dietas para ruminantes até 10% na MS como fonte de energia de rápida fermentação. Pereira et al. (2008) avaliaram 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 e observaram que o acréscimo de 2 ou 5% de glicerina modificou as curvas de produção de gases e que a glicerina teria efeito negativo nos parâmetros de cinética de produção de gases e digestibilidade. Entretanto, a fermentação do glicerol por microrganismos ruminais, proporciona elevados níveis de produção de ácidos graxos voláteis no rúmen, principalmente propionato e butirato, que serão utilizados como principais fontes de energia para manutenção e produção animal, além de diminuir a razão acetato:propionato (Bergman, 1990; Trabue et al., 2007).

Em trabalho avaliando a inclusão de 0; 7,5 e 15% de glicerina bruta na matéria seca para novilhas em confinamento, Elam et al. (2008) constataram que o desempenho em confinamento foi ligeiramente reduzido com o aumento do nível de glicerina bruta na dieta, que pode ser explicado pela redução linear da ingestão de matéria seca, além de modificar o comportamento alimentar das novilhas com a necessidade de maior tempo para consumir o suplemento contendo glicerina. Entretanto, Parsons et al. (2009) avaliaram os níveis de 0, 2, 4, 8, 12, e 16% de inclusão de glicerina na dieta de novilhas mestiças e observaram GMD de 1,19; 1,34; 1,29; 1,25; 1,17 e 1,03 kg/dia, respectivamente, concluindo que até 8% de inclusão de glicerina com base na matéria



seca melhora o desempenho de novilhas mestiças. Donkin e Doane (2007) registraram aumento no peso corporal e na lactação de vacas leiteiras alimentadas com dietas contendo 10 ou 15% de glicerol com base na MS em comparação com as não alimentadas com glicerol. Wang et al. (2009) avaliaram a baixa (100 ml de glicerol/vaca/dia), média (200 ml de glicerol/vaca/dia) e alta (300 ml de glicerol/vaca/dia) inclusão de glicerol em dietas de vacas holandesas nos 63 primeiros dias de lactação sobre o consumo de matéria seca, produção de leite e perda de peso, constataram que a suplementação com glicerol não afetou o consumo e produção de leite e, que as vacas suplementadas tenderam a menor perda de peso corporal pós-parto e, concluíram que a alta inclusão de glicerol não afetou a produção de leite e ingestão de matéria seca, entretanto aumentou a disponibilidade de energia para estas vacas durante o período.

Zawadzki et al. (2010) avaliaram a inclusão ou não de 17% de glicerol na matéria seca total sobre o peso vivo final (kg), ganho médio diário (kg), consumo de matéria seca (kg/dia ou em % do PV), conversão alimentar de machos inteiros da raça Purunã e, observaram que o glicerol não influenciou estas variáveis. Os autores, concluíram que a inclusão de glicerol em substituição ao milho na dieta não influencia o desempenho de bovinos de corte. Mach et al. (2009) avaliaram quatro níveis de inclusão de glicerina (0, 4, 8 e 12% de glicerina com 3,47 Mcal/kg na MS) sobre o desempenho de touros holandeses alimentados com dieta com alto concentrado e encontraram GMD de 1,29 kg/dia no nível de 12% e 1,43kg/dia para o menor nível de glicerina (4%), mas não houve diferença significativa entre os tratamentos, e concluíram que a inclusão de glicerina bruta até 12,1% não prejudica o desempenho e que pode ser utilizada como fonte alternativa de energia em substituição de cereais em dietas de touros holandeses.

Apesar das vantagens e desvantagens de utilização da glicerina na alimentação de ruminantes apresentadas, ainda há necessidade de mais estudos para avaliar seu uso benéfico, principalmente em sistemas de criação a pasto, no qual os resultados científicos ainda são escassos.

### *Comportamento ingestivo em ruminantes*

O comportamento ingestivo dos bovinos criados a pasto está relacionado com a disponibilidade, qualidade da forragem, estrutura das plantas (relação folha/colmo) e

temperatura ambiente (Brâncio et al., 2003). Os bovinos procuram ajustar seu consumo de acordo com mudanças que ocorrem no ambiente e no pasto. Dentre os fatores que mais afetam o comportamento dos bovinos, a temperatura ambiente merece destaque (Marques et al., 2007). Segundo Van Rees & Hutson (1983), citado por Brâncio et al. (2003), os animais evitam pastejo nas horas mais quentes do dia, pastejando com maior intensidade nas horas mais frescas do dia. O pastejo ocorre no início da manhã e no final da tarde, sendo que no verão ocorre também pastejo noturno. Desta forma, o consumo pelo pastejo se apresenta com distribuição irregular no decorrer das 24 horas.

Os fatores que interferem de forma negativa no comportamento ingestivo em pastejo podem ser corrigidos com manejo correto da pastagem visando melhoria na estrutura do pasto, além da utilização de sombreamento nos piquetes para conforto térmico, com conseqüente melhora no consumo e no desempenho dos animais (Fischer et al., 2002). Souza et al. (2010) avaliaram o efeito do sombreamento em sistema silvipastoril sobre o comportamento ingestivo de novilhas anelradas no verão e observaram que a presença de árvores alterou o tempo e a frequência de pastejo e ócio entre os períodos da manhã de tarde, mas não influenciou no tempo e frequência de ruminação; concluindo que o comportamento ingestivo é influenciado pelo sombreamento.

A estrutura do pasto altera o comportamento ingestivo pela preferência dos animais pela porção verde e mais tenra das folhas. Quando a oferta de forragem verde é alta, que ocorre durante o período das águas, a relação folha:colmo é alta, o qual permite uma maior seletividade pelos animais com menor número e tamanho de bocado e menor tempo de pastejo. Este comportamento resulta em maior consumo da porção de melhor valor nutricional. Assim, a exigência nutricional para manutenção e produção é suprida, conseqüentemente, melhorando o desempenho (Brâncio et al., 2003). Entretanto, no período seco essa relação pode ser inversa, com um aumento do tempo de pastejo, na taxa e tamanho de bocado para tentar atender as exigências nutricionais (Pardo et al., 2003).

Para melhorar as condições dos sistemas de produção de bovinos de corte a pasto, visando atender as exigências nutricionais dos animais para manutenção e ter um excedente para elevar a produtividade, manter uma oferta de forragem permanente durante todo ano e evitar a degradação rápida da pastagem, o uso de suplementação tem sido bastante empregado no período seco (Pardo et al., 2003). Todavia, seu uso pode alterar o comportamento ingestivo dos animais (Bremm et al., 2008). Como boa parte

dos nutrientes exigidos é suprida pelo consumo de suplemento, pode ocorrer melhor eficiência de utilização da energia da forragem, por causa da melhoria da população microbiana ruminal e degradação da fibra (Silva et al., 2005). Isto pode promover redução do tempo de pastejo, aumento do tempo de ócio e ruminação, e maior consumo de alimentos pelos animais.

O uso do suplemento pode afetar o comportamento ingestivo de ruminantes também por sua forma de apreensão ser diferente em relação à da forragem (Marques et al., 2005). As pastagens são apreendidas com a língua e cortadas com os dentes incisivos inferiores e deglutidos para uma posterior ruminação que reduz o tamanho das partículas e facilita a digestão e absorção dos nutrientes. Os concentrados são apreendidos com a língua e sugados com a boca, por suas partículas serem pequenas, o que acelera a digestão e conseqüentemente, a utilização dos nutrientes pelos ruminantes (Albright, 1993).

A composição do suplemento utilizado pode alterar o comportamento ingestivo, em virtude do tipo de ingrediente usado, visto que pode haver um maior ou menor tempo de pastejo, ócio e ruminação. Em suplementação com glicerina em substituição ao milho, por causa da rápida fermentação ruminal desta (Trabue et al., 2007) observa-se alteração no comportamento ingestivo, com os animais necessitando de maior tempo para consumir alimentos em relação às dietas sem glicerol (Elam et al., 2008, Mari et al., 2010).

Pinheiro et al. (2010) avaliaram os efeitos de níveis de glicerina (0, 5 e 12%) na matéria seca das dietas de novilhos Nelore em confinamento sobre o tempo de bolo ruminado (TBR), o número de mastigações meréricas/bolo ruminado (NMB), a quantidade de bolos ruminados/dia (NBRD) e o tempo de mastigações total (TMT). Os pesquisadores observaram que não houve influência da inclusão de glicerina sobre as variáveis e concluíram que a inclusão de 5 e 12% de glicerol na dieta total não alterou o comportamento ingestivo de novilhos Nelore confinados. Entretanto, o comportamento ingestivo de bovinos suplementados a pasto com a utilização de glicerina na dieta e a influência desta sobre o desempenho de bovinos em pastejo ainda não estão esclarecidos. Desta forma, maior número de estudos deve ser realizado com o intuito de elucidar os efeitos do uso do glicerol sobre o comportamento ingestivo de bovinos.

## Referências

- ABDALLA, A.L.; FILHO, J.C.S; GODOI, A.R. et al. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, suplemento especial p.260-258, 2008.
- ALBRIGHT, J.L. Nutrition, feeding and calves: feeding behavior of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.485-498, 1993.
- ANUALPEC. **Anuário da pecuária brasileira**. São Paulo: Instituto FNP, 2010. 360p.
- BARCELLOS, J.O.J.; COSTA, E.C.; SILVA, M.D. et al. **Crescimento de fêmeas bovinas de corte aplicado aos sistemas de cria**. In: Sistemas de produção em bovinos de corte. Publicação ocasional, 1. Porto Alegre: UFRGS, 2003. 72p.
- BERGMAN, E.N. Energy contributions of volatile fatty acids from gastrointestinal tract in various species. **Physiology Review**, v. 70, n. 2. p. 567-590, 1990.
- BRÂNCIO, P.A.; EUCLIDES, V.P.B; NASCIMENTO JÚNIOR, D. et al. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo: Comportamento Ingestivo de Bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1045-1053, 2003.
- BREMM, C.; ROCHA, M.G.; FREITAS, F.K. et al. Comportamento ingestivo de novilhas de corte submetidas a estratégias de suplementação em pastagens de aveia e azevém. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p.1161-1167, 2008.
- BRISSON, D; VOHL, MC; ST-PIERRE, J. et al. Glycerol: a neglected variable in metabolic process? In: **BioEssays**, v.23, p.534-542, 2001.
- CAVALCANTI FILHO, L.F.M.; SANTOS, M.V.F.; FERREIRA, M.A. et al. Desempenho de novilhas em pastagem de *Brachiaria decumbens* após período de suplementação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.12, p.1247-1252, 2004.
- CHUNG, Y. H.; RICO, D.E; MARTINEZ, C.M. 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.
- CORSI, M. Manejo do capim-elefante sob pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 10, 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p.143-169.
- DASARI, M.A. KIATSIMKUK, P.; SUTTERLIN, W.R. et al. Low-pressure hydrogenolysis of glycerol to propylene glycol. **Applied Catalysis A: General**, v.281, p. 225-231, 2005.
- DEFRAIN J. M; HIPPEN, A. R, KALSCHUR, K. F. et al. Feeding glycerol to transition dairy cows: Effects on blood metabolites and lactation performance. **Journal of Dairy Science**, v. 87, p. 4195-4206, 2004.
- DONKIN, S. S. & DOANE, P. **Glycerol as a feed ingredient in dairy rations**. In: Tri State Dairy Nutrition Conference. 97p., 2007.
- DOVE, H. The ruminant, the rumen and the pasture resource: nutrient interactions in grazing animal. In: HODGSON, J.; JILLIUS, A.W. (Eds.) **The ecology and management in grazing systems**. 2.ed. London: CAB International, 1996. p.219-246.
- ELAM, N.A.; ENG., K.S.; BECHTEL, B. et al. Glycerol from Biodiesel Production: Considerations for feedlot diets. **Proceedings of the Southwest Nutrition Conference. Tempe AZ**. n.21, 2008.
- FISCHER, V.; DESWYSEN, A.G.; DUTILLEUL, P. et al. Padrões da distribuição nictemeral do comportamento ingestivo de vacas leiteiras, ao início e ao final da lactação, alimentadas com dieta à base de silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.2129-2138, 2002.

- FRIZZO, A.; ROCHA, M.G.; RESTLE, J. et al. Suplementação energética na recria de bezerras de corte mantidas em pastagem de inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.643-652, 2003.
- GARTON, G. A. In **Digestive Physiology and Nutrition of the Ruminant**. Ed. by LEWIS, D. London: Butterworths., 140p, 1961.
- GOES, R.H.T.B., MANCIO, A.B.; ALVES, D.D. et al. Desempenho de novilhos mantidos em pastagens submetidos à suplementação protéica e protéico-energética, durante a época seca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.4, p.907-916, 2009.
- GONÇALVES, V. L. C. Biogolina: Produção de éteres e ésteres da glicerina. In: I CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DO BIODIESEL, 2007, Brasília. **Anais...** Brasília: Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica, 2007. p.14-19.
- HIPPEN, A.R.; DEFRAIN, J.M.; LINKE, P.L. Glycerol and other energy sources for metabolism and production of transition dairy cows. In: **Florida Ruminant Nutrition Symposium**, Gainesville, 2008.
- KREHBIEL, C. R. Ruminant and physiological metabolism of glycerin. **Journal of Animal Science**, v.86 (E-Suppl), p.392, 2008.
- LAMMERS, P.J.; KERR, B.J.; WEBER, T.E. et al. Digestible and metabolizable energy of crude glycerol for growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.86, p.602-608, 2008.
- MACH, N.; BACH, A.; DEVANT, D. Effects of crude glycerin supplementation on performance and meat quality of Holstein bulls fed high-concentrate diets. **Journal of Animal Science**, v.87, p.632-638, 2009.
- MARQUES, J.A.; ITO, R.H.; ZAWADZKI, F. et al. Comportamento ingestivo de tourinhos confinados com ou sem acesso à sombra. **Campo Digital**, v.2, n.1, p.43-49, 2007.
- MARQUES, J.A.; MAGGIONI, D.; ABRAHAO, J.J.S. et al. Comportamento de touros jovens em confinamento alojados isoladamente ou em grupo. **Archivos Latino Americano de Produccion Animal**, v.13, n.3, p.97-102. 2005.
- MARI, G.C.; CECATO, U.; SILVA, P.A. et al. Efeito dos níveis de glicerol sobre o comportamento ingestivo de novilhos Nelore confinados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2010]. (CD-ROM).
- MORAES, E.H.B.K.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Associação de diferentes fontes energéticas e protéicas em suplementos múltiplos na recria de novilhos mestiços sob pastejo no período da seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.914-920, 2006.
- MOREIRA, F.B.; PRADO, I.N.; CECATO, U. et al. Forage evaluation, chemical composition, and in vitro digestibility of continuously grazed star grass. **Animal Feed Science and Technology**, v.113, n.4, p. 239-249, 2004.
- MORIN, P.; HAMAD, B.; SAPALY, G. et al. Transesterification of rapeseed oil with ethanol. **Applied Catalysis A: General**, v.330, p.69-76, 2007.
- OOI, T.L.; YONG, K.C.; HAZIMAH, A.H. et al. Glycerol residue – A rich source of glycerol and medium chain fatty acids. **Journal of Oleo Science**, v.53, n.1, p. 29-33, 2004.
- PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, J.A.; DA SILVA, E.A.M. et al. Características anatômicas da lâmina foliar e do colmo de gramíneas forrageiras tropicais, em função do nível de inserção no perfilho, da idade e da estação de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.890-899, 2002.

- PARDO, R.M.P.; FISCHER, V.; BALBINOTTI, M.; et al. Comportamento ingestivo diurno de novilhos em pastejo a níveis crescentes de suplementação energética. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1408-1418, 2003.
- PARENTE, E.J.S. [2003]. Biodiesel: Uma Aventura Tecnológica num País Engraçado. 1.ed. Fortaleza: Unigráfica, 2003. Disponível em: <<http://www.iadb.org/intal/intalcdi/PE/2008/01430.pdf>>. Acesso em: 26/01/2011.
- 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.
- PEREIRA, L.G.R.; MAURÍCIO, R.M.; MENEZES, D.R. et al. Influência da glicerina bruta na cinética de fermentação ruminal in vitro. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2008]. (CD-ROM)
- PILAU, A.; ROCHA, M.G.; RESTLE, J. et al. Desenvolvimento de novilhas de corte recebendo ou não suplementação energética em pastagem com diferentes disponibilidades de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1483-1492, 2005.
- PINHEIRO, A.A.; CECATO, U.; RIBEIRO, O.L. et al. Aspectos comportamentais de novilhos Nelore alimentados com níveis de glicerol na dieta. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2010]. (CD-ROM).
- PRADO, I.N. Introdução a bovinocultura de corte. In: PRADO, I.N. **Produção de bovinos de corte e qualidade da carne**. Maringá: Eduem, 2010. 242p.
- PRADO, I.N.; MOREIRA, F.B.; MATSUSHITA, M. et al. Longissimus *dorsi* fatty acids composition of *Bos indicus* and *Bos indicus* x *Bos taurus* crossbred steers finished in pasture. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 46, n. 4, p.601-608, 2003.
- RAMOS, L.P. [2000]. **Aproveitamento integral de resíduos agrícolas a agroindustriais**. Disponível em: <[http://www.asfagro.org.br/trabalhos\\_tecnicos/biodiesel/combustivel.pdf](http://www.asfagro.org.br/trabalhos_tecnicos/biodiesel/combustivel.pdf)>. Acesso em: 26/01/2011.
- REIS, R.A.; RUGGIERI, A.C.; CASAGRANDE, D.R. et al. Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.147-159, 2009 (supl. especial).
- SANTOS, E.D.G.; PAULINO, M.F., LANA, R.P. et al. Influência da suplementação com concentrados nas características de carcaça de bovinos F1 Limousin -Nelore, não-castrados, durante a seca, em pastagens de *Brachiaria decumbens*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 31: 1823-1832, 2002.
- SCHRÖDER, A. & SÜDEKUM, K.-H. Glycerol as a by-product of biodiesel production in diets for ruminants. In: **International Rapeseed Congress**. Canberra. Gosford, Australia: Regional Institute, p. 241, 1999.
- SILVA, R.R.; PRADO, I.N.; CARVALHO, G.G.P. et al. Novilhos Nelore suplementados em pastagens: Consumo, desempenho e digestibilidade. **Archivos de Zootecnia**, v. 59, n. 228, p. 2, 2010.
- SILVA, R.R.; CARVALHO, G.G.P.; MAGALHÃES, A.F. et al. Comportamento ingestivo de novilhas mestiças de holandês em pastejo. **Archivos de Zootecnia**, v.54, p.63-74, 2005.
- SOUZA, W.; BARBOSA, O.R.; MARQUES, J.A. et al. Behavior of beef cattle in silvipastoral systems with eucalyptus. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39 nº 3, 2010.

- SÜDEKUM, K.-H. Co-products from biodiesel production. In: GARNSWORTHY, P. C.; WISEMAN, J. (Ed.). **Recent Advances in Animal Nutrition**. Nottingham: Nottingham University Press, p.210-219, 2008.
- TAIZ, L. & ZEIGER, E. **Livro de Fisiologia Vegetal**. Cap. 01, 13 e 15, 2009.
- TRABUE, S.; SCOGGIN, K.; TJANDRAKUSUMA, S. et al. Ruminant fermentation of propylene glycol and glycerol. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v.55, p.7043-7051, 2007.
- 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.
- ZAWADZKI, F.; SILVA, L.G.; STRACK, M.G. et al. Glicerol e óleos essenciais na dieta de bovinos não castrados precoces Purunã terminados em confinamento sobre o desempenho e ingestão de alimentos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2010]. (CD-ROM).
- ZERVOUDAKIS, J.T. PAULINO, M.F.; DETMANN, E. et al. Desempenho e características de carcaça de novilhos suplementados no período das águas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1381-1389, 2001.

## OBJETIVOS GERAIS

Avaliar o desempenho de novilhas mestiças na fase de recria em pastejo, no período seco em pastagem de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu, recebendo suplemento com níveis crescentes de glicerina.

Avaliar o consumo, a eficiência alimentar e a digestibilidade dos nutrientes em novilhas mestiças manejadas em pastagem, no período seco.

Avaliar o produto glicerina como fonte alternativa de energia em substituição ao milho na alimentação de ruminantes, na fase de recria.

Determinar o melhor nível de glicerina na dieta de novilhas na fase de recria.

Avaliar o comportamento ingestivo de novilhas mestiças em pastejo, no período seco em pastagem de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu, recebendo suplemento com níveis de inclusão de glicerina.



# **I – NÍVEIS DE GLICERINA PARA NOVILHAS MISTIÇAS CRIADAS A PASTO: DESEMPENHO, INGESTÃO, EFICIÊNCIA ALIMENTAR E DIGESTIBILIDADE**

**Resumo** – Objetivou-se estudar o efeito da inclusão de diferentes níveis de glicerina sobre o desempenho animal, eficiência alimentar e digestibilidade aparente em novilhas suplementadas em pastagem de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu. O período experimental foi de 102 dias, sendo os primeiros 14 dias como período de adaptação das novilhas às dietas experimentais e ao manejo. Foram utilizadas 36 novilhas mestiças com peso inicial médio de 226 kg e 13 meses de idade distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e nove repetições: G0,0 = controle; G2,80 = 2,80%; G6,10 = 6,10% e G9,00 = 9,00% de glicerina na matéria seca ingerida. A glicerina utilizada apresentava 16% de metanol e para a eliminação deste, foi aquecida a 75°C antes da mistura ao concentrado. As novilhas foram pesadas a cada 28 dias, para avaliação do ganho médio diário (GMD). A ingestão de matéria seca (IMS) foi estimada a partir da produção fecal, verificada com auxílio de óxido crômico (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) como indicador externo e da matéria seca indigestível (MSi) como indicador interno. A digestibilidade aparente foi estimada a partir da produção fecal determinada pelo óxido crômico. A adição de glicerina na dieta determinou uma redução linear (P<0,05) no peso final (PVF) e ganho médio diário (GMD) das novilhas suplementadas em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. A ingestão diária de matéria seca (kg/dia) do suplemento, da pastagem e total foi semelhante (P>0,05) entre os tratamentos. A ingestão de extrato etéreo aumentou de forma linear (P<0,05) conforme o acréscimo de glicerina na dieta. A ingestão de carboidratos apresentou redução linear (P<0,05) em função dos níveis de glicerol às dietas. A inclusão de glicerina não teve efeito (P>0,05) sobre os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, fibra em detergente neutro, proteína bruta, extrato etéreo, carboidratos não fibrosos e carboidratos totais, por outro lado, aumentou de forma linear (P<0,05) o coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo. A inclusão de glicerina de baixa pureza não é recomendada, pois determina uma redução no desempenho animal.

**Palavras-chave:** desempenho animal, eficiência alimentar, glicerina, novilhas

## **I – GLYCERINE LEVELS FOR CROSSBRED HEIFERS GROWING IN PASTURE: PERFORMANCE, FEED INTAKE, FEED EFFICIENCY AND DIGESTIBILITY**

**Abstract** – The objective was to study the effect of including different levels of glycerin on animal performance, feed efficiency and digestibility in heifers supplemented with *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu. The experimental period was of 102 days, being the first 14 days as a period of heifers adaptation to experimental diets and management. There were used 36 crossbred heifers with an average initial weight of 226 kg and 13 months old, distributed in a completely randomized design with four treatments and nine replications: G0.0 = control, G2.80 = 2.80%, G6.10 = 6.10 and G9.00 = 9.00% glycerin in dry matter intake. Then used glycerin had 16% methanol and to its elimination it was heated to 75 °C before mixing the concentrate. Heifers were weighed every 28 days for evaluation of average daily gain (ADG). The dry matter intake (DMI) was estimated from fecal output, recorded with the aid of chromic oxide ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) as an external marker and indigestible dry matter (DMI) as internal marker. Apparent digestibility was estimated from fecal output determined by chromic oxide. The addition of glycerin in the diet caused a linear reduction ( $P < 0.05$ ) in final weight (FLW) and average daily gain (ADG) of heifers supplemented with *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. The dry matter daily intake (kg / day) supplement, pasture and total was similar ( $P > 0.05$ ) among treatments. The intake of ether extract increased linearly ( $P < 0.05$ ) as there was an increase of glycerin in the diet. Carbohydrate intake decreased linearly ( $P < 0.05$ ) depending on the diets levels of glycerol. The inclusion of glycerol had no effect ( $P > 0.05$ ) on the digestibility of dry matter, organic matter, neutral detergent fiber, protein, fat, carbohydrates and non-fibrous carbohydrates, on the other hand, increased linearly ( $P < 0.05$ ) the digestibility of ether extract. The inclusion of low-purity glycerol is not recommended as it provides a reduction in animal performance.

**Keywords:** animal performance, feed efficiency, glycerin, heifers

## Introdução

A glicerina é um coproduto da indústria do biodiesel (Abdalla et al., 2008) e para cada 90 m<sup>3</sup> de biodiesel produzidos são gerados 10 m<sup>3</sup> de glicerina (Gonçalves et al., 2007). A exigência de adição do biodiesel ao óleo diesel será de 5% a partir de 2013 pelo Governo Federal no Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel. Desta forma, serão necessários cerca de 2,5 bilhões de litros de biodiesel para cumprir a Lei 11097/2005 (Abdalla et al., 2008). Por outro, as indústrias de tabaco, alimentos, bebidas e cosméticos (Dasari et al., 2005) não conseguirão aproveitar todo excedente de glicerina. Desta forma, é necessário encontrar novas aplicações para a glicerina.

A glicerina contém entre 80 a 95% de glicerol (Ramos, 2000) e impurezas, como água, sais, ésteres, álcool, óleo residual, os quais determinam menor valor deste 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 Südekum (2008), a glicerina pode apresentar teores variáveis de glicerol, água, metanol e ácidos graxos, sendo classificada de acordo com os níveis de glicerol na sua composição (baixa pureza 50 a 70%, média pureza e alta pureza acima de 99% de glicerol). Desta forma, o processamento da matéria-prima determina o grau de pureza da glicerina.

Os ruminantes têm a capacidade de utilizar o glicerol presente na glicerina como precursor gliconeogênico (Chung et al., 2007) para a manutenção dos níveis plasmáticos de glicose. O glicerol é convertido em glicose, este entra na forma de fosfato di-hidroxiketona e é convertido em 3-fosfoglicerato pela ação 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, em virtude do aumento de propionato (Trabue et al., 2007).

A glicerina possui natureza higroscópica, o que pode aumentar a capacidade de retenção de água das rações em ambientes de baixa umidade e melhorar a palatabilidade do concentrado por causa do seu aroma suave e sabor adocicado, além de aumentar o consumo de concentrado (Elam et al., 2008). A glicerina apresenta composição química muito variável, uma vez que varia com a matéria-prima utilizada para produção de biodiesel (Vieira et al., 2005; Elam et al., 2008).

A inclusão de 7,5 e 15% de glicerina bruta na matéria seca para novilhas em confinamento reduziu o desempenho (Elam et al., 2008). Essa redução pode ser explicada pela redução linear da ingestão de matéria seca, além de modificar o comportamento alimentar das novilhas com a necessidade de maior tempo para consumir o suplemento contendo glicerina. Todavia, Parsons et al. (2009) avaliaram os níveis de 0, 2, 4, 8, 12 e 16% de inclusão de glicerina na dieta de novilhas mestiças e observaram GMD de 1,19; 1,34; 1,29; 1,25; 1,17 e 1,03 kg/dia, respectivamente. Estes autores concluíram que até 8% de inclusão de glicerina com base na matéria seca melhora o desempenho animal. Da mesma forma, Mach et al. (2009) avaliaram quatro níveis de inclusão de glicerina (0, 4, 8 e 12% de glicerina com 3,47 Mcal/kg na MS) sobre o desempenho de machos não castrados holandeses alimentados com dieta alto concentrado e encontraram ganho médio diário de 1,29 kg/dia no nível de 12% e 1,43 kg/dia para o menor nível de glicerina (4%), mas não houve diferença significativa entre os tratamentos. Os autores concluíram que até 12,1% de inclusão não há prejuízo no desempenho e que a glicerina pode ser utilizada como fonte alternativa de energia em substituição de cereais em dietas de bovinos. Zawadzki et al. (2010) avaliaram a inclusão de 17% de glicerol na matéria seca total da dieta sobre o peso vivo final, ganho médio diário, ingestão de matéria seca, conversão alimentar da matéria seca de machos não castrados da raça Purunã e não observaram efeito negativo do glicerol. Desta forma, os autores concluíram que a inclusão de até 17% glicerol na matéria seca total da dieta em substituição ao milho não influencia o desempenho de bovinos.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos dos níveis de glicerina na suplementação de novilhas mestiças criadas em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e suas implicações sobre o consumo, a digestibilidade dos nutrientes e o desempenho.

### **Material e Métodos**

O experimento foi desenvolvido na Fazenda Princesa do Mateiro situada no município de Ribeirão do Largo no Estado da Bahia no período de setembro a dezembro de 2009. O período experimental foi de 102 dias, sendo os primeiros 14 dias como período de adaptação das novilhas às dietas experimentais e ao manejo. A área experimental foi dividida em 10 piquetes de aproximadamente 1,8 ha cada, totalizando 18 ha de pastagem formada por *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu.

Foram utilizadas 36 novilhas mestiças com peso inicial médio de 226 kg e 13 meses de idade distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e nove repetições: G0,0 = controle; G2,80 = 2,80%; G6,10= 6,10% e G9,00 = 9,00% de glicerina na matéria seca ingerida da dieta. O suplemento foi fornecido em cocho de plástico sem cobertura uma vez ao dia (10:00 horas).

Na Tabela 1, é apresentada a composição percentual dos suplementos com base na matéria seca.

Tabela 1. Composição percentual com base na matéria natural dos concentrados utilizados

Ingredientes, %	Níveis de glicerina, % da MS ingerida			
	G0,0	G2,8	G6,1	G9,0
Milho moído	80,50	71,17	61,04	50,51
Farelo de soja	16,00	17,67	20,09	22,78
Ureia	2,00	2,09	2,17	2,29
Sal de mineral <sup>1</sup>	1,50	1,55	1,62	1,71
Fosfato bicálcico	0,00	0,52	1,08	1,13
Calcário	0,00	0,00	0,00	0,58
Glicerina	0,00	7,00	14,00	21,00

<sup>1</sup>Níveis de garantia (por kg): cálcio - 175 g; fósforo - 100 g; sódio - 114 g; selênio - 15 g; magnésio - 15 g; zinco - 6.004 mg; manganês - 1.250 mg; cobre - 1.875; iodo - 180 mg; cobalto - 125 mg; selênio - 30 mg; flúor (máximo) - 1.000 mg.

A quantidade diária de suplemento oferecida aos animais dos tratamentos foi o somatório das quantidades que deveriam ser fornecidas para cada animal, visto que os animais foram alimentados em grupo, sendo que os animais reberam G0,0 = 23,13 kg de concentrado; G2,80 = 21,51 kg de concentrado + 1,62 kg de glicerina bruta; G6,10= 19,89 kg de concentrado + 3,24 kg de glicerina bruta e G9,00 = 18,27 kg de concentrado + 4,86 kg de glicerina bruta. A glicerina bruta utilizada apresentava 16% de metanol e para a eliminação deste, foi aquecida a 75°C antes da mistura nas dietas, e, caracterizada como de baixa pureza 50 a 70% de glicerol (Südekum, 2008).

As novilhas foram pesadas no início e ao final do experimento. Também foram realizadas pesagens intermediárias a cada 28 dias para avaliação do ganho médio diário de peso vivo para ajuste de ração. O ganho médio diário (GMD) foi determinado pela diferença entre o peso vivo inicial (PVI) e o peso vivo final (PVF) dividido pelo período experimental em dias.

A conversão alimentar da MS (CAMS) foi calculada em função do consumo e do desempenho animal conforme a equação:  $CAMS = (IDMS/GMD)$ . IDMS = ingestão diária de matéria seca (kg MS/dia) e GMD = ganho médio diário (kg/dia).

A pastagem foi avaliada a cada 28 dias. A taxa de lotação (TL) foi calculada considerando a unidade animal (UA) como sendo 450 kg de PV, utilizando-se a seguinte fórmula:  $TL = (UAt)/\text{área}$ . TL = taxa de lotação, em UA/ha; UAt = unidade animal total; Área = área experimental total, em ha.

Para estimar a disponibilidade de MS, foram retiradas 12 amostras por piquete, cortadas rente ao solo com um quadrado de  $0,25 \text{ m}^2$ , conforme metodologia descrita por McMeniman (1997). Foi adotado o método de lotação variável com mesma carga animal. Foram utilizados 10 piquetes de 1,8 ha cada. Para reduzir a influência da variação de biomassa entre piquetes, as novilhas permaneceram em cada piquete por sete dias e, após esse período, foram transferidas para outro, em um sentido preestabelecido de forma aleatória.

As estimativas de biomassa residual diária (BRD) de matéria seca foram realizadas nos quatro piquetes, conforme o método da dupla amostragem (Wilm et al., 1944). Antes do corte, foi estimada visualmente a matéria seca da biomassa da amostra. Foram utilizados os valores das amostras cortadas e estimadas visualmente quando foi jogado 40 vezes o quadrado e, posteriormente, foi calculada a biomassa de forragem expressa em kg/ha pela equação proposta por Gardner (1986).

Os quatro piquetes que permaneceram vedados por 28 dias funcionaram como gaiolas de exclusão. O acúmulo de MS, nos diferentes períodos experimentais, foi calculado multiplicando o valor da taxa de acúmulo diário (TAD) de MS pelo número de dias do período. A estimativa da TAD foi realizada pela equação proposta por Campbell (1966):  $TAD_j = (G_i - F_i - 1)/n$ .  $TAD_j$  = taxa de acúmulo de matéria seca diária no período j, em kg MS/ha/dia;  $G_i$  = matéria seca final média dos quatro piquetes vazios no instante i, em kgMS/ha;  $F_i - 1$  = matéria seca inicial média presente nos piquetes vazios no instante i-1, em kg MS/ha; n = número de dias do período j. A oferta de forragem (OF) foi calculada de acordo com a fórmula:  $OF = \{(BRD*\text{área} + TAD*\text{área})/PV \text{ total}\} * 100$ . OF = oferta de forragem, em kg MS/100 kg PV/dia; BRD = biomassa residual total, em kg MS/ha/dia; TAD = taxa de acúmulo diário, em kg MS/ha/dia; PV = peso vivo dos animais, em kg/ha. As amostras de forragem coletadas pela dupla amostragem foram pesadas individualmente no campo e desse material foram retiradas subamostras e feita uma separação dos seus componentes estruturais:

lâmina foliar (LF); colmo (C) e material morto (MM), dos quais foi obtido o peso seco individual. As amostras de forragem foram pré-secas em estufa de circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas.

O consumo de matéria seca (CMS) foi estimado a partir da produção fecal, verificada com auxílio de óxido crômico ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) como indicador externo e da matéria seca indigestível (MSi) como indicador interno. Foi fornecida dose diária de 10 g de óxido crômico direto na boca do animal (09 horas) durante doze dias, sendo que, os sete primeiros dias constituíram o período de adaptação dos animais ao manejo e de regularização da excreção de cromo nas fezes.

O consumo individual de suplemento foi estimado pela utilização do indicador externo dióxido de titânio ( $\text{TiO}_2$ ) administrado em dose diária na proporção de 10 g por animal misturado ao concentrado. Considerando nove animais por tratamento foram misturados 90 g de  $\text{TiO}_2$  por dia, durante o mesmo período de fornecimento do óxido crômico, com sete dias de adaptação e cinco dias de coleta de fezes. As fezes foram coletadas (aproximadamente 300g) diretamente no pasto logo após a excreção, identificadas e congeladas.

Após o período de coleta, as amostras foram descongeladas em temperatura ambiente, colocadas em bandejas de alumínio e pesadas para ter o peso antes de pré-secar e levadas imediatamente para a estufa de ventilação a 55-60°C. Após 24 horas na estufa, as amostras foram viradas e, depois de 48 horas, quebradas para facilitar a moagem. Ao completar 72 horas, foram retiradas da estufa e pesadas para obter o peso pré-seco, pela diferença, foi determinado o valor da amostra seca ao ar (ASA), depois as amostras foram moídas imediatamente para obtenção de uma amostra composta com 20% de amostra de cada dia de coleta. Posteriormente foram analisadas quanto aos teores de cromo conforme metodologia descrita por Kimura & Muller (1957) utilizando-se digestão nitroperclórica e espectrofotometria de absorção atômica (EAA). As análises de dióxido de titânio foram realizadas segundo Myers et al. (2004). A determinação da produção fecal foi realizada conforme a equação abaixo:  $\text{PF} = \text{OF}/\text{COF}$ . PF é a produção fecal diária (g/dia); OF é a quantidade de óxido crômico fornecida (g/dia) e COF é a concentração de óxido crômico nas fezes (g/gMS).

O consumo individual de concentrado foi estimado dividindo-se a excreção total de  $\text{TiO}_2$  pela sua respectiva concentração no concentrado.

A digestibilidade aparente parcial e total foi estimada a partir da produção fecal determinada pelo óxido crômico. Para avaliação dos teores de componentes

indigestíveis, as amostras de forragem, fezes e de concentrado moídas em moinho tipo Willey a 1 mm, foram pesados 0,25g de cada amostra em sacos do tipo ANKON. As amostras foram incubadas no rúmen de bovino macho da raça Purunã fistulado alimentado com silagem de milho e suplemento contendo 15% de glicerol em substituição ao milho com base na matéria seca, na mesma proporção 60:40 durante 240 horas. Após a retirada do rúmen, os sacos foram lavados com água corrente até total clareamento, e imediatamente congelados, depois foram transferidos para estufa de ventilação forçada (60°C), onde foram mantidos por 72 horas. Sequencialmente, estas amostras foram pesadas e levadas para estufa não ventilada a 105°C por 16 horas, posteriormente levadas ao dessecador, no qual as amostras atingiram temperatura ambiente e pesadas para obtenção da MSi (matéria seca indigestível).

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Alimentos, Alimentação e Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá.

As amostras de concentrado, forragem e fezes, após a pré-secagem das duas últimas, foram moídas em moinho tipo Willey a 1 mm para a realização das análises bromatológicas. Foram determinados os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), conforme metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e matéria mineral (CZ) segundo Van Soest et al (1991). Os carboidratos totais (CHOT) foram obtidos por diferença conforme a equação de Sniffen et al (1992):  $CHOT = 100 - (\% PB + \% EE + \% CZ)$ . Os carboidratos não fibrosos (CNF), pela diferença entre CHOT e FDN. Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) e energia metabolizável foram obtidos conforme metodologia de Sniffen et al. (1992), sendo:  $NDT = (PBD + FDND + CNFD) + 2,25 (EED)$ . PBD = ingestão de PB digestível; FDND = ingestão de FDN digestível; CNFD = ingestão de CNF digestível e EED = ingestão de EE digestível. Para a energia metabolizável, considerou-se que 1,0 kg de NDT equivale a 4,409 Mcal de energia digestível e para a transformação em energia metabolizável utilizou-se o valor de 82% de eficiência de utilização de energia digestível. Os resultados das análises químicas da forragem, dos concentrados, disponibilidade total de matéria seca, biomassa residual, taxa de lotação, taxa de acúmulo e oferta de forragem estão apresentados na tabela 2.



Tabela 2. Composição química da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e dos concentrados (% de MS), disponibilidade total de matéria seca, biomassa residual, taxa de lotação, taxa de acúmulo e oferta de forragem

Ingredientes	<i>Brachiaria brizantha</i>	Níveis de glicerina, % da MS ingerida			
		G00	G2,8	G6,1	G9,0
Matéria seca, %	90,16	91,66	92,37	91,83	92,23
Proteína bruta, %	5,62	21,07	22,13	23,27	24,65
Extrato etéreo, %	1,20	2,47	2,72	2,79	2,82
Carboidratos totais, %	84,30	72,80	71,00	68,92	66,70
Carboidratos não fibrosos, %	19,13	58,90	57,33	55,50	53,42
Energia bruta, kcal/kg	4224,56	4305,15	4242,60	4256,58	4197,13
Fibra detergente neutro, %	65,17	13,90	13,67	13,42	13,28
Fibra detergente ácido, %	40,51	3,59	3,79	3,92	4,17
Cinzas, %	8,87	3,66	4,15	4,99	5,82
Nutrientes digestíveis totais (%)	51,02	63,68	60,58	61,38	61,38
Disponibilidade total de MS, kg/ha	3103,54	-	-	-	-
Biomassa residual, kg de MS/ha/dia	110,84	-	-	-	-
Taxa de lotação, UA/ha	1,33	-	-	-	-
Taxa de acúmulo, kg MS/ha/dia	27,71	-	-	-	-
Oferta de forragem, kg MS/100 kg PV/dia	23,19	-	-	-	-

Os resultados foram interpretados estatisticamente por meio de equações de regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas –SAEG (UFV, 1997).

### Resultados e Discussão

O peso vivo inicial (226,4 kg) foi semelhante entre os tratamentos (Tabela 3). O peso inicial foi escolhido para determinar o crescimento das novilhas, logo após o desmame até o momento da cobertura (300 kg).

A adição de glicerina na dieta promoveu redução linear ( $P < 0,05$ ) no peso final (PVF) e ganho médio diário (GMD) das novilhas suplementadas em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (Tabela 3). Este comportamento foi semelhante ao encontrado por Elam et al. (2008) com GMD 1,64, 1,58 e 1,55 kg/dia para os níveis de inclusão 0; 7,5 e 15% de glicerina, respectivamente. Parsons et al. (2009) observaram resposta quadrática para o GMD de 1,19, 1,34, 1,29, 1,25, 1,17 e 1,03 kg para os níveis 0, 2, 4, 8, 12 e 16% de glicerina na dieta, respectivamente. Por outro lado, March et al.

(2009) observou que o GMD aumentou de acordo com a elevação dos níveis de inclusão de glicerina em relação a dieta controle até 10% de inclusão. Da mesma forma, Pyatt et al. (2007) observaram que o GMD foi 11,4% maior em bovinos alimentados com dietas de grãos com inclusão de glicerina. No entanto, Schneider (2010) não observaram diferença para GMD (1,49; 1,50 e 1,50 kg) para diferentes níveis de glicerina na dieta de bovinos (0; 4 e 8%, respectivamente).

A redução no desempenho animal, observado neste trabalho, pode ser explicada pela qualidade da glicerina utilizada. A qualidade da glicerina pode variar em função do valor nutritivo da matéria-prima utilizada e do processo de produção do biodiesel (Vieira et al., 2005). De modo geral, a glicerina é caracterizada como um produto de alta densidade, incolor, claro e mostra um sabor adocicado (Elam et al., 2008). No entanto, a glicerina usada neste experimento apresentava-se escura, pouco adocicada e adstringente ao paladar. Estas propriedades podem ser em virtude da presença de sais, impurezas e/ou reagentes usados na transesterificação (Tyson et al., 2004). Estas características da glicerina determinaram redução do consumo de energia nas dietas com glicerina.

Tabela 3. Peso inicial, final e ganho médio diário de novilhas criadas em pastagem de *B. brizantha* cv. Marandu alimentadas com diferentes níveis de glicerina com suas respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação ( $r^2$ )

Variáveis	Níveis de glicerina, % do MS ingerida				Equação de Regressão	$r^2$
	G00	G2,8	G6,1	G9,0		
n	9	9	9	9		
Peso inicial, kg	226,4	226,4	226,4	226,6	$\hat{Y} = 226,4$	1,00
Peso final, kg	305,8	302,0	297,8	289,3	$\hat{Y} = 305,8 - 5,50x$	0,96
Ganho diário, kg	0,78	0,74	0,70	0,62	$\hat{Y} = 0,78 - 0,05x$	0,92

A ingestão diária de matéria seca (kg/dia) do suplemento, da pastagem e total foi semelhante ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos (Tabela 4). Da mesma forma, a ingestão de matéria seca em função de 100 kg de peso vivo não mostrou diferença ( $P > 0,05$ ) entre tratamentos (Tabela 4). Ainda, a ingestão de matéria orgânica foi semelhante ( $P > 0,05$ ) entre os diferentes níveis de glicerina (Tabela 4).

Elam et al. (2008) não observaram diferença na ingestão de matéria seca por bovinos alimentados com a adição de 0; 7,5 e 15% de glicerina à dieta. Da mesma forma, Mach et al. (2009) observaram ingestão de matéria de 8,18; 8,19; 8,53 e 8,19

kg/dia para os bovinos confinados e alimentados com níveis 0; 4; 8 e 12% de glicerina às dietas, respectivamente. Entretanto, alguns trabalhos indicam uma redução linear na ingestão de matéria seca em função da adição de glicerina à dieta de bovinos. Parsons et al. (2009) observaram uma redução linear na ingestão de matéria seca 8,84; 8,88; 8,66; 8,61; 8,40 e 7,80kg/dia para os níveis de inclusão 0, 2, 4, 8, 12 e 16% de glicerina, respectivamente. Da mesma forma, Pyatt et al. (2007) observaram uma redução de 10% quando utilizaram 10% de inclusão de glicerina à dieta de bovinos. Segundo Parsons et al. (2009), a inclusão de pequenas quantidades de glicerina (até 5% na dieta) poderiam ser benéficas para o crescimento animal. No entanto, concentrações superiores a 5% poderiam perturbar a microbiota ruminal.

A ingestão de extrato etéreo aumentou de forma linear ( $P < 0,05$ ) conforme houve acréscimo de glicerina na dieta (Tabela 4). Este aumento linear na ingestão de extrato etéreo é explicado pela elevação do teor de extrato etéreo na dieta de acordo com o nível de inclusão do glicerina (Tabela 2). No entanto, o aumento de extrato etéreo na dieta não prejudicou a ingestão de alimentos, uma vez que teor do mesmo foi abaixo de 7% na matéria seca total, portanto, abaixo do nível que pode reduzir a ingestão de alimentos.

A ingestão de carboidratos não fibrosos e de carboidratos totais apresentou redução linear ( $P < 0,05$ ) em função dos níveis de glicerina às dietas (Tabela 4). Esta redução é explicada pelo menor teor de carboidratos (tabela 2). Na realidade, a glicerina substituiu parte do milho nas dietas; portanto, a redução dos níveis de milho foi compensada pelo aumento dos níveis de glicerina. A glicerina é desprovida de carboidratos. Da mesma forma, Shröder & Südekum (2007) observaram uma redução de 0,7 kg/dia na ingestão de amido quando foram utilizados 15% de glicerina na dieta de bovinos em confinamento.

A ingestão de NDT, energia digestível e energia metabolizável mostraram redução linear ( $P < 0,05$ ), (Tabela 4). Estes resultados são explicados pela redução da quantidade de energia bruta na dieta (Tabela 2) em função da substituição parcial do milho pela glicerina.

A inclusão de glicerina não mostrou efeito ( $P > 0,05$ ) sobre a conversão alimentar (Tabela 4). Os resultados obtidos neste trabalho corroboram com Elam et al. (2008) e Zawadzki et al. (2010) que não observaram diferença na conversão alimentar de bovinos alimentados em confinamento com adição de 0; 7,5 e 15% de glicerina, respectivamente.

Tabela 4. Ingestão de alimentos de novilhas criadas em pastagem de *B. brizantha* cv. Marandu alimentadas com diferentes níveis de glicerina com suas respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação ( $r^2$ )

Parâmetros	Níveis de glicerina, % da MS ingerida				Equação de Regressão	CV(%)	$r^2$
	G00	G2,80	G6,10	G9,00			
IMSS, kg/dia	2,57	2,57	2,57	2,57	$\hat{Y} = 2,57$	22,30	-
IMSP, kg/dia	3,90	3,48	3,32	3,42	$\hat{Y} = 3,53$	24,68	-
IMST, kg/dia	6,47	6,43	5,89	5,99	$\hat{Y} = 6,20$	17,34	-
IMST, % do PV	2,43	2,44	2,25	2,14	$\hat{Y} = 2,31$	14,12	-
IMO, kg/dia	6,01	5,43	5,12	5,05	$\hat{Y} = 5,40$	17,34	-
IPB, kg/dia	0,91	0,86	0,82	0,82	$\hat{Y} = 0,86$	15,53	-
IEE, kg/dia	0,14	0,16	0,18	0,19	$\hat{Y} = 0,143 + 5,069x$	14,72	1,00
IFDN, kg/dia	2,48	2,22	2,11	2,15	$\hat{Y} = 2,24$	21,84	-
ICNF, kg/dia	2,48	2,19	2,08	1,96	$\hat{Y} = 2,430 - 0,051x$	-	0,94
ICHOT, kg/dia	4,96	4,42	4,20	4,11	$\hat{Y} = 4,837 - 0,084x$	-	0,88
INDT, kg/dia	4,40	4,17	4,00	3,65	$\hat{Y} = 4,418 - 0,073x$	15,08	0,98
IED, Mcal/kg	19,45	18,42	17,66	16,13	$\hat{Y} = 19,524 - 0,324x$	15,08	0,98
IEM, Mcal/kg	15,95	15,11	14,48	13,23	$\hat{Y} = 16,001 - 0,265x$	15,08	0,98
CAMS (kg/kg)	8,29	8,59	8,41	9,66	$\hat{Y}=8,76$	-	-

Ingestão de matéria seca do suplemento (IMSS), da pastagem (IMSP), total (IMST), IMST (% do PV), matéria orgânica (IMO), proteína bruta (IPB), extrato etéreo (IEE), fibra em detergente neutro total (IFDN), carboidratos não fibrosos (ICNF), carboidratos totais (ICHOT), nutrientes digestíveis totais (INDT), energia digestível (IED), energia metabolizável (IEM) e conversão alimentar da matéria seca (CAMS).

A inclusão de glicerina não mostrou efeito ( $P>0,05$ ) sobre os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, fibra em detergente neutro, proteína bruta, extrato etéreo, carboidratos não fibrosos e carboidratos totais (Tabela 5).

Os resultados deste trabalho foram superiores aos obtidos por Donkin (2008), o qual encontrou CDMS 52,7, 59,8, 61,3 e 63,1% e CDFN 34,9; 30,8; 32,4 e 35,2% para os níveis 0, 5, 10 e 15% de glicerina, respectivamente, em dietas para vacas leiteiras. Entretanto, foram inferiores aos obtidos por Parsons (2010) para MS (84,9; 84,2 e 84,2%), MO (87,1; 86,9 e 86,4%) e PB (79,2; 79,6 e 79,1%) para os níveis 0, 2 e 4% de glicerina na dieta de novilhas terminadas em confinamento.

Por outro lado, a inclusão de glicerina às dietas aumentou de forma linear ( $P<0,05$ ) o coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo (Tabela 5). As diferenças na digestibilidade podem ser atribuídas à capacidade de adaptação dos microrganismos à alimentação com glicerina. As taxas de desaparecimento da glicerina no rúmen podem

aumentar com a adaptação dos animais (Krehbiel, 2008). Essa diferença de digestibilidade do extrato etéreo da dieta pode ser pela composição da glicerina bruta ou da fonte de matéria-prima ou do processo de produção do biodiesel que deu origem a glicerina utilizada.

Tabela 5. Coeficiente de digestibilidade e suas respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação ( $r^2$ ).

Parâmetros	Níveis de glicerina, % da MS consumida				Equação de Regressão	$r^2$	CV (%)
	G00	G2,80	G6,10	G9,00			
CDMS	62,40	68,22	66,97	69,20	$\hat{Y} = 66,69$	-	9,36
CDMO	66,60	68,48	68,64	69,50	$\hat{Y} = 68,31$	-	8,99
CDFDN	56,70	61,57	61,01	61,68	$\hat{Y} = 60,24$	-	7,68
CDPB	64,77	67,91	67,41	69,05	$\hat{Y} = 67,13$	-	9,65
CDEE	62,45	67,07	73,38	74,48	$\hat{Y} = 61,995 + 0,975x$	0,59	12,90
CDCNF	77,50	75,95	76,83	78,55	$\hat{Y} = 77,21$	-	7,72
CDCHOT	67,13	68,61	69,07	69,94	$\hat{Y} = 68,69$	-	9,18

Coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), fibra em detergente neutro (CDFDN), proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE), carboidratos não fibrosos (CDCNF) e dos carboidratos totais (CDCHOT).

### Conclusões

A inclusão de glicerina às dietas de bovinos depende da qualidade do produto. Como observado neste estudo, à inclusão de glicerina de baixa pureza não é recomendada, visto que determina redução no desempenho dos animais, embora não tenha reduzido a ingestão e a digestibilidade dos nutrientes.

## Referências

- ABDALLA, A.L.; FILHO, J.C.S; GODOI, A.R. et al. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, suplemento especial p.260-258, 2008.
- CAMPBELL, A.G. Grazed pastures parameters: I. Pasture dry matter production and availability in a stocking rate and grazing management experiment with dairy cows. **Journal of Agricultural Science**, v.67, p.211-216, 1966.
- CHUNG, Y. H.; RICO, D.E; MARTINEZ, C.M. 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.
- DASARI, M.A. KIATSIMKUK, P.; SUTTERLIN, W.R. et al. Low-pressure hydrogenolysis of glycerol to propylene glycol. **Applied Catalysis A: General**, v.281, p. 225-231, 2005.
- DONKIN, S.S. Glycerol from Biodiesel Production: The New Corn for Dairy Cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, supl. esp., p.280-286, 2008.
- ELAM, N.A.; ENG. K.S.; BECHTEL, B. et al. Glycerol from Biodiesel Production: Considerations for feedlot diets. **Proceedings of the Southwest Nutrition Conference**. Tempe AZ. n.21, 2008.
- GARDNER, A.L. Técnicas de pesquisa em pastagem e aplicabilidade de resultados em sistema de produção. In: **II CA / EMBRAPA / CNPGL**, Brasília, DF, 1986. p.197.
- GONÇALVES, V. L. C. Biogásolina: Produção de Éteres e Ésteres da Glicerina. In: I CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DO BIODIESEL, 2007, Brasília. **Anais...** Brasília: Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica, 2007. p.14-19.
- KIMURA, F.T.; MILLER, V.L. Chromic Oxide Measurement, improved determination of chromic oxide in cow feed and feces. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.5, n. 3, p.216, 1957.
- KREHBIEL, C. R. Ruminant and physiological metabolism of glycerin. **Journal of Animal Science**, v.86 (E-Suppl), p.392, 2008.
- LAMMERS, P.J.; KERR, B.J.; WEBER, T.E. et al. Digestible and metabolizable energy of crude glycerol for growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.86, p.602-608, 2008.
- MACH, N.; BACH, A.; DEVANT, D. Effects of crude glycerin supplementation on performance and meat quality of Holstein bulls fed high-concentrate diets. **Journal of Animal Science**, v.87, p.632–638, 2009.
- McMENIMAN, N.P. Methods of estimating intake of grazing animals. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.131-168, [1997].
- MORIN, P.; HAMAD, B.; SAPALY, G. et al. Transesterification of rapeseed oil with ethanol. **Applied Catalysis A: General**, v.330, p.69-76, 2007.
- MYERS, W.D.; LUDDEN, P.A.; NAYIGIHUGU, V. et al. Technical Note: a procedure for the preparation and quantitative analysis of samples for titanium dioxide. **Journal of Animal Science**, v.82, p.179-183, 2004.
- OOI, T.L.; YONG, K.C.; HAZIMAH, A.H. et al. Glycerol residue – A rich source of glycerol and medium chain fatty acids. **Journal of Oleo Science**, v.53, n.1, p. 29-33, 2004.
- PARSONS, G.L. **Effects of crude glycerin in feedlot cattle**. 2010. 78f. Tese (Doctor of Philosophy) – Kansas State University, Kansas.

- PARSONS, G.L.; SHELOR, M.K.; DROUILLARD, J.S. Performance and carcass traits of finishing heifers fed crude glycerin. *Glycerin. Journal of Animal Science*, v. 87, p. 653-657, 2009.
- PYATT, A.; DOANE, P. H.; CECAVA, M. J. Effect of crude glycerin in finishing cattle diets. *Journal of Animal Science*, v.85(Suppl. 1): p.412 (Abstr.), 2007.
- RAMOS, L.P. **Aproveitamento integral de resíduos agrícolas a 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: 26/01/2011.
- SCHNEIDER, C.J. **Crude glycerin in feedlot cattle diets and as a solvent in Maillard reaction processes intended for manufacturing value-added protein meals**. 2010. 90f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Kansas State University, Kansas.
- SCHRÖDER, A.; SÜDEKUM, K. H. (2007). Glycerol as a by-product of biodiesel production in diets for ruminants. *Institute of Animal Nutrition, Physiology and Metabolism*, University of Kiel, Kiel, Germany. Disponível em: <http://regional.org.au/au/gcirc/1/241.htm>. Acesso em: 31 de janeiro de 2011.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3ª ed. Viçosa:UFV, 2002. 235p.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II- Carbohydrate and protein availability. *Journal of Dairy Science*, v.70, p.3562-3577, 1992.
- SÜDEKUM, K.-H. Co-products from biodiesel production. In: GARNSWORTHY, P. C.; Wiseman, J. (Ed.). **Recent Advances in Animal Nutrition**. Nottingham: Nottingham University Press, p.210-219, 2008.
- TRABUE, S.; SCOGGIN, K.; TJANDRAKUSUMA, S. et al. Ruminant fermentation of propylene glycol and glycerol. *Journal Agricultural and Food. Chemistry*, v.55, p.7043-7051, 2007.
- TYSON, K.S.; BOZELL, J.; WALLACE, R. et al. [2004]. Biomass oil analysis: research needs and recommendations. **Technical Report National Renewable Energy Laboratory Golden, Colorado, USA**. Disponível em: <<http://www.nrel.gov/docs/fy04osti/34796.pdf>>. Acesso em: 31/01/2011.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas - SAEG**. Versão 7.1. Viçosa, MG, 1997. 142p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v.74, p.3583-3597, 1991.
- VIEIRA, A.; LOBATO, J.F.; CORREA, E.S. et al. Produtividade e eficiência de vacas Nelore em pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf nos Cerrados do Brasil Central. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, p.1357-1365, 2005.
- WILM, H.G.; COSTELO, O.F.; KLIPPLE, G.E. Estimating forage yield by the double sampling method. *Journal of the American Society of Agronomy*, v.36, p.194-203, 1944.
- ZAWADZKI, F.; SILVA, L.G.; STRACK, M.G. et al. Glicerol e óleos essenciais na dieta de bovinos não castrados precoces Purunã terminados em confinamento sobre o desempenho e ingestão de alimentos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2010]. (CD-ROM).

## II – NÍVEIS DE GLICERINA PARA NOVILHAS MISTIÇAS CRIADAS A PASTO: COMPORTAMENTO INGESTIVO

**Resumo** – Objetivou-se estudar o efeito da inclusão de diferentes níveis de glicerina sobre o comportamento ingestivo em novilhas suplementadas em pastagem de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu. O período experimental foi de 102 dias, sendo os primeiros 14 dias como período de adaptação das novilhas às dietas experimentais e ao manejo. Foram utilizadas 36 novilhas mestiças com peso inicial médio de 226 kg e 13 meses de idade distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e nove repetições: G0,0 = controle; G2,8 = 2,80%; G6,1 = 6,10% e G9,0 = 9,00% de glicerina na matéria seca ingerida. A glicerina bruta apresentava 16% de metanol e para a eliminação deste, foi aquecida a 75°C antes da mistura nas dietas. O comportamento ingestivo foi realizado pelo acompanhamento das atividades dos animais por meio de observações com anotações contínuas durante 24 horas, a cada cinco minutos. As variáveis comportamentais foram os tempos de pastejo, ruminação, ócio e cocho. A média do número de mastigações meréricas por bolo ruminal, do tempo gasto para ruminação de cada bolo e o número de bolos ruminados no período foi registrada com cronômetros digitais, nove valores por animal. O tempo de mastigação total foi determinado pela soma entre o tempo de pastejo, de cocho e o tempo de ruminação. A inclusão de glicerina na dieta das novilhas determinou uma redução linear ( $P < 0,05$ ) no tempo de pastejo, aumento linear ( $P < 0,05$ ) no tempo de ócio, efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) no tempo de cocho e não teve efeito sobre o tempo de ruminação. Ainda, não alterou ( $P > 0,05$ ) o número de período em pastejo e ruminação. No entanto, o número de período em ócio mostrou uma equação quadrática ( $P < 0,05$ ). O período de cocho mostrou uma redução linear ( $P < 0,05$ ) com o aumento dos níveis de glicerina. A glicerina não alterou ( $P > 0,05$ ) o tempo por período de pastejo e ruminação. O tempo de período de ócio aumentou ( $P < 0,05$ ) de forma linear com aumento da glicerina. O tempo apresentou um efeito quadrático ( $P < 0,05$ ). O tempo de alimentação e de mastigação total mostrou uma redução linear ( $P < 0,05$ ) com aumento dos níveis de glicerina. A glicerina teve efeito marginal sobre o comportamento ingestivo em novilhas em pastejo suplementadas.

**Palavras-chave:** desempenho animal, eficiência alimentar, glicerina, novilhas



## GLYCERINE LEVELS FOR CROSSBRED HEIFERS GROWING IN PASTURE: INGESTIVE BEHAVIOR

**Abstract** – The objective was to study the effect of including different levels of glycerin on ingestive behavior in Heifers on *Brachiaria brizantha* cv Marandu. The experimental period was of 102 days, being the first 14 days as an adaptation period of heifers to experimental diets and management. There were used 36 crossbred heifers with an average initial weight of 226 kg and 13 months old, distributed in a completely randomized design with four treatments and nine replications: G0.0 = control, G2.8 = 2.80%; G6.10 = 6.10 and G9.00 = 9.00% glycerin in dry matter intake. The crude glycerin had 16% methanol and to its elimination it was heated to 75 ° C before mixing the diets. Feeding behavior was conducted by monitoring the activities of the animals by means of continuous observations with annotations for 24 hours at every five minutes. Behavioral variables were the times of grazing, ruminating, idling and eating. The average number of chews per bolus rumen, the time spent ruminating each bolus and the number of ruminated bolus in the period was recorded using digital stopwatches being nine values per animal. Chewing time was determined by the total sum of grazing time, eating and rumination. The glycerin inclusion in the heifers diet determined a reduction ( $P < 0.05$ ) in the grazing time, a linear increase ( $P < 0.05$ ) idle time, quadratic effect ( $P < 0.05$ ) in time eating and had no effect on rumination time. Therefore it did not affect ( $P > 0.05$ ) the number of periods in grazing and rumination. However, the number of idle period showed a quadratic equation ( $P < 0.05$ ). The eating period showed a linear decrease ( $P < 0.05$ ) with increased levels of glycerin. The glycerin was not affected ( $P > 0.05$ ) by the time period of grazing and rumination. The time of idle periods increased ( $P < 0.05$ ) linearly with increasing glycerin. The time had a quadratic effect ( $P < 0.05$ ). Feeding time and total chewing showed a linear decrease ( $P < 0.05$ ) with increased levels of glycerin. Glycerin had marginal effect on ingestive behavior in grazing heifers supplemented.

**Keywords:** animal performance, feed efficiency, glycerin, heifers

## Introdução

O consumo de forragem de animais em pastejo é influenciado por três grupos de fatores: os que afetam o processo de digestão, os que afetam o processo de ingestão e aqueles que afetam os requerimentos nutricionais e a demanda por nutrientes (Berchielli et al., 2006). Correa (1993) e Moreira et al. (2003) relataram que um dos problemas existentes na criação de bovinos em pastejo é a variação tanto na quantidade como na qualidade da matéria seca (MS) produzida, afetando negativamente a produtividade animal. Neste contexto, a suplementação a pasto tem constituído numa das principais alternativas economicamente variáveis de produção de bovinos de corte em pastagens naturais ou cultivadas (Prado & Moreira, 2002). Nas épocas do ano em que a produção de forragem é mais afetada, a suplementação em pastejo possibilita a obtenção de maiores ganhos de peso por animal e por área (Rocha, 1999). Desta forma, um dos objetivos básicos de todo sistema de produção de bovinos em pastagem é suprir as necessidades nutricionais dos animais ao longo do ano, mantendo uma oferta permanente de alimento em quantidade e qualidade adequadas, com a finalidade de obter resposta produtiva satisfatória por parte dos animais (Pardo et al., 2003). Segundo Chacon & Stobbs (1976), em pastejo rotativo, sob pressões de pastejo média e alta, ao longo do período de ocupação do piquete, ocorre redução na disponibilidade de forragem e mudanças na estrutura das plantas, o que pode afetar de forma significativa o comportamento ingestivo e, conseqüentemente, a produção animal.

Segundo Forbes (1988), os ruminantes podem modificar um ou mais componentes do seu comportamento ingestivo com a finalidade de minimizar os efeitos de condições alimentares desfavoráveis, conseguindo, assim, suprir os seus requisitos nutricionais para manutenção e produção. O efeito do suplemento sobre o consumo de MS pode ser aditivo, quando o consumo de suplemento se agrega ao consumo atual do animal; e substitutivo, quando o consumo de suplemento diminui o consumo de forragem, sem melhorar o desempenho animal (Barbosa et al., 2001).

A ingestão de suplemento altera o comportamento ingestivo de ruminantes em pastejo (Marques et al, 2005). Quando parte dos nutrientes exigidos é suprido pelo consumo de suplemento pode ocorrer melhora na eficiência de utilização da energia oriunda da forragem, pela melhor condição para atuação da microbiota ruminal (Silva et al, 2005). Assim, pode haver uma redução do tempo de pastejo, aumento do tempo de ócio e ruminação e, melhoria na ingestão de alimentos pelos animais.

Por outro lado, a qualidade do suplemento pode alterar o comportamento ingestivo determinando maior ou menor tempo de pastejo, ócio e ruminação. De modo geral, utiliza-se a suplementação energética no período do inverno, entretanto, seu uso aumenta o custo de produção em função do valor econômico das fontes de energia (Corsi, 1993).

O uso de glicerina em substituição ao milho, como fonte de energia, determina uma rápida fermentação ruminal (Trabue et al., 2007) e pode alterar o comportamento ingestivo, com os animais necessitando de maior tempo para consumir alimentos em relação às dietas sem glicerina (Elam et al., 2008, Mari et al., 2010). No entanto, Pinheiro et al. (2010) observaram que não houve influência da inclusão de glicerina na dieta (5 ou 12%) sobre o tempo de bolo ruminado (TBR), o número de mastigações merícias/bolo ruminado (NMB), a quantidade de bolos ruminados/dia (NBRD) e o tempo de mastigações total (TMT) de novilhos Nelore em confinamento.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos dos níveis de inclusão de glicerina na suplementação de novilhas criadas em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sobre o comportamento ingestivo.

### **Material e Métodos**

O experimento foi desenvolvido na Fazenda Princesa do Mateiro situada no município de Ribeirão do Largo no Estado da Bahia no período de setembro a dezembro de 2009. O período experimental foi de 102 dias, sendo os primeiros 14 dias como período de adaptação das novilhas às dietas experimentais e ao manejo. A área experimental foi dividida em 10 piquetes de aproximadamente 1,8 ha cada, totalizando 18 ha de pastagem formada por *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu.

Foram utilizadas 36 novilhas mestiças com peso inicial médio de 226 kg e 13 meses de idade distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e nove repetições: G0,0 = controle; G2,80 = 2,80%; G6,10 = 6,10% e G9,00 = 9,00% de glicerina na matéria seca ingerida da dieta. O suplemento foi fornecido em cocho de plástico sem cobertura uma vez ao dia (10:00 horas).

Na Tabela 1, é apresentada a composição percentual dos suplementos com base na matéria seca.

Tabela 1. Composição percentual com base na matéria natural dos concentrados utilizados

Ingredientes, %	Níveis de glicerina, % da MS ingerida			
	G0,0	G2,8	G6,1	G9,0
Milho moído	80,50	71,17	61,04	50,51
Farelo de soja	16,00	17,67	20,09	22,78
Ureia	2,00	2,09	2,17	2,29
Sal de mineral <sup>1</sup>	1,50	1,55	1,62	1,71
Fosfato bicálcico	0,00	0,52	1,08	1,13
Calcário	0,00	0,00	0,00	0,58
Glicerina	0,00	7,00	14,00	21,00

<sup>1</sup>Níveis de garantia (por kg): cálcio - 175 g; fósforo - 100 g; sódio - 114 g; selênio - 15 g; magnésio - 15 g; zinco - 6.004 mg; manganês - 1.250 mg; cobre - 1.875; iodo - 180 mg; cobalto - 125 mg; selênio - 30 mg; flúor (máximo) - 1.000 mg.

A quantidade diária de suplemento oferecida aos animais dos tratamentos foi o somatório das quantidades que deveriam ser fornecidas para cada animal, visto que os animais foram alimentados em grupo, sendo que os animais reberam G0,0 = 23,13 kg de concentrado; G2,80 = 21,51 kg de concentrado + 1,62 kg de glicerina bruta; G6,10 = 19,89 kg de concentrado + 3,24 kg de glicerina bruta e G9,00 = 18,27 kg de concentrado + 4,86 kg de glicerina bruta. A glicerina bruta utilizada apresentava 16% de metanol e para a eliminação deste, foi aquecida a 75°C antes da mistura nas dietas, e, caracterizada como de baixa pureza 50 a 70% de glicerol (Südekum, 2008).

As novilhas foram pesadas no início e ao final do experimento. Também foram realizadas pesagens intermediárias a cada 28 dias para avaliação do ganho médio diário de peso vivo para ajuste de ração. O ganho médio diário (GMD) foi determinado pela diferença entre o peso vivo inicial (PVI) e o peso vivo final (PVF) dividido pelo período experimental em dias.

A conversão alimentar da MS (CAMS) foi calculada em função do consumo e do desempenho animal conforme a equação:  $CAMS = (IDMS/GMD)$ . IDMS = ingestão diária de matéria seca (kg MS/dia) e GMD = ganho médio diário (kg/dia).

A pastagem foi avaliada a cada 28 dias. A taxa de lotação (TL) foi calculada considerando a unidade animal (UA) como sendo 450 kg de PV, utilizando-se a seguinte fórmula:  $TL = (UAt)/\text{área}$ . TL = taxa de lotação, em UA/ha; UAt = unidade animal total; Área = área experimental total, em ha.

Para estimar a disponibilidade de MS, foram retiradas 12 amostras por piquete, cortadas rente ao solo com um quadrado de 0,25 m<sup>2</sup>, conforme metodologia descrita por McMeniman (1997). Foi adotado o método de lotação variável com mesma carga animal. Foram utilizados 10 piquetes de 1,8 ha cada. Para reduzir a influência da variação de biomassa entre piquetes, as novilhas permaneceram em cada piquete por sete dias e, após esse período, foram transferidas para outro, em um sentido preestabelecido de forma aleatória.

As estimativas de biomassa residual diária (BRD) de matéria seca foram realizadas nos quatro piquetes, conforme o método da dupla amostragem (Wilm et al., 1944). Antes do corte, foi estimada visualmente a matéria seca da biomassa da amostra. Foram utilizados os valores das amostras cortadas e estimadas visualmente quando foi jogado 40 vezes o quadrado e, posteriormente, foi calculada a biomassa de forragem expressa em kg/ha pela equação proposta por Gardner (1986).

Os quatro piquetes que permaneceram vedados por 28 dias funcionaram como gaiolas de exclusão. O acúmulo de MS, nos diferentes períodos experimentais, foi calculado multiplicando-se o valor da taxa de acúmulo diário (TAD) de MS pelo número de dias do período. A estimativa da TAD foi realizada pela equação proposta por Campbell (1966):  $TAD_j = (G_i - F_i - 1)/n$ . TAD<sub>j</sub> = taxa de acúmulo de matéria seca diária no período j, em kg MS/ha/dia; G<sub>i</sub> = matéria seca final média dos quatro piquetes vazios no instante i, em kgMS/ha; F<sub>i</sub> - 1 = matéria seca inicial média presente nos piquetes vazios no instante i-1, em kg MS/ha; n = número de dias do período j. A oferta de forragem (OF) foi calculada de acordo com a fórmula:  $OF = \{(BRD * \text{área} + TAD * \text{área}) / PV \text{ total}\} * 100$ . OF = oferta de forragem, em kg MS/100 kg PV/dia; BRD = biomassa residual total, em kg MS/ha/dia; TAD = taxa de acúmulo diário, em kg MS/ha/dia; PV = peso vivo dos animais, em kg/ha. As amostras de forragem coletadas pela dupla amostragem foram pesadas individualmente no campo e desse material foram retiradas subamostras e feita uma separação dos seus componentes estruturais: lâmina foliar (LF); colmo (C) e material morto (MM), dos quais foi obtido o peso seco individual. As amostras de forragem foram pré-secas em estufa de circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas.

O comportamento ingestivo foi realizado em outubro de 2009, pelo acompanhamento das atividades dos animais por meio de observações com anotações contínuas durante 24 horas, a cada cinco minutos, segundo metodologia descrita por Bürger et al. (2000). Foram observados o tempo gasto por animal nas atividades de

pastejo, de ruminação, de ócio e de cocho, dados em min/dia. O número de períodos de pastejo (NPP) é definido como o número de vezes que o animal volta à atividade de pastejo no decorrer do dia, o número de períodos de ruminação (NPR) é o número de vezes que o animal volta à atividade de ruminação no decorrer do dia, o número de períodos de ócio (NPO) é o número de vezes que o animal volta à atividade de ócio no decorrer do dia, o número de períodos de cocho (NPC) é o número de vezes que o animal volta à atividade de “comendo no cocho” no decorrer do dia. O tempo por período de pastejo (TPP) = tempo de pastejo (min/dia)/NPP, o tempo por período de ruminação (TPR) = tempo de ruminação (min/dia)/NPR, o tempo por período de ócio (TPO) = tempo de ócio (min/dia)/NPO, o tempo por período de cocho (TPC) = tempo de cocho (min/dia)/NPC. O tempo de alimentação total (TAT, min/dia) = tempo de pastejo (min/dia)+tempo de cocho (min/dia); o tempo de mastigação total (TMT, (min/dia) = tempo de pastejo (min/dia)+tempo de ruminação (min/dia)+tempo de cocho (min/dia). Tempo por bolo ruminado (TBR, seg/bolo) é o tempo gasto pelo animal para mastigar cada bolo após ser regurgitado. O número de mastigações por bolo (NBR, nº/bolo) é o número de vezes que o bolo é mastigado após ser regurgitado,  $NBR (n^\circ/bolo) = \text{tempo de ruminação total (seg/dia)}/\text{tempo de mastigação por bolo (seg/bolo)}$ . Eficiência de alimentação da matéria seca (g de MS /min) = consumo de matéria seca (g/dia)/TAT (min/dia); eficiência de ruminação da matéria seca (g de MS/min) = consumo de matéria seca (g/dia)/tempo de ruminação total (min/dia); eficiência de alimentação (g de FDN/min) = consumo de FDN (g/dia)/ TAT (min/dia); eficiência de ruminação da FDN (g de FDN/min) = consumo de FDN(g/dia)/tempo de ruminação total (min/dia). Matéria seca por bolo ruminado (MSB, g MS/bolo) = consumo de matéria seca (g/dia)/NBR. Fibra em detergente neutro por bolo ruminado (FDNB, g FDN/bolo) = consumo de FDN (g/dia)/NBR. A média do número de mastigações por bolo ruminal (MBOL), do tempo gasto para ruminação de cada bolo (TBR) e o número de bolos ruminados (NBR) foram obtidos registrando com cronômetros digitais, nove valores por animal, conforme metodologia descrita por Burger et al. (2000).

A composição química da Brachiaria e dos concentrados, disponibilidade total de matéria seca, biomassa residual, taxa de lotação, taxa de acúmulo e oferta de forragem estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Composição química da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e dos concentrados (% de MS), disponibilidade total de matéria seca, biomassa residual, taxa de lotação, taxa de acúmulo e oferta de forragem

Ingredientes	<i>Brachiaria brizantha</i>	Níveis de glicerina, % da MS			
		G00	G2,8	G6,1	G9,0
Matéria seca, %	90,16	91,66	92,37	91,83	92,23
Proteína bruta, %	5,62	21,07	22,13	23,27	24,65
Extrato etéreo, %	1,20	2,47	2,72	2,79	2,82
Carboidratos totais, %	84,30	72,80	71,00	68,92	66,70
Carboidratos não fibrosos, %	19,13	58,90	57,33	55,50	53,42
Energia bruta, kcal/kg	4224,56	4305,15	4242,60	4256,58	4197,13
Fibra detergente neutro, %	665,17	13,90	13,67	13,42	13,28
Fibra detergente ácido, %	40,51	3,59	3,79	3,92	4,17
Cinzas, %	8,87	3,66	4,15	4,99	5,82
Nutrientes digestíveis totais (%)	51,02	63,68	60,58	61,38	61,38
Disponibilidade total de MS, kg/ha	3103,54	-	-	-	-
Biomassa residual, kg de MS/ha/dia	110,84	-	-	-	-
Taxa de lotação, UA/ha	1,33	-	-	-	-
Taxa de acúmulo, kg MS/ha/dia	27,71	-	-	-	-
Oferta de forragem, kg MS/100 kg PV/dia	23,19	-	-	-	-

Os resultados foram interpretados estatisticamente por meio de equações de regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas –SAEG (UFV, 1997).

### Resultados e Discussão

A ingestão diária de matéria seca (kg/dia) total e a ingestão de matéria seca em função de 100 kg de peso vivo (2,3%) foram semelhantes ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos (Tabela 3).

Estes resultados ocorreram porque as dietas foram formuladas para atender as exigências das novilhas em crescimento (NRC, 2000) para um ganho médio diário de 0,70 kg/dia, além da quantidade limitada de concentrado (0,8% do peso vivo) para as novilhas. Segundo Parsons et al. (2009), a inclusão de pequenas quantidades de glicerina (até 5% na dieta) poderiam ser benéficas para o crescimento animal. No entanto, concentrações superiores a 5% poderiam perturbar a microbiota ruminal. Elam et al. (2008) não observaram diferença na ingestão de matéria seca por bovinos

alimentados com a adição de 0; 7,5 e 15% de glicerol à dieta. Da mesma forma, Mach et al. (2009) observaram ingestão de matéria de 8,18; 8,19; 8,53 e 8,19 kg/dia para os bovinos confinados e alimentados com níveis 0; 4; 8 e 12% de glicerina às dietas, respectivamente.

Entretanto, a inclusão de glicerina na dieta de novilhas determinou redução linear ( $P < 0,05$ ) na ingestão de energia digestível (IED, Mcal/kg) (Tabela 3) e pode ter ocorrido pela redução da quantidade de energia bruta da dieta (EB, kcal/kg) consequência da diminuição na porcentagem do milho utilizado na formulação do concentrado de acordo com os níveis de substituição pela glicerina (Tabela 2).

Tabela 3. Ingestão de alimentos de novilhas criadas em pastagem de *B. brizantha* cv. Marandu alimentadas com diferentes níveis de glicerina com suas respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação ( $r^2$ )

Parâmetros	Níveis de glicerina, % da MS ingerida				Equação de Regressão	CV(%)	$r^2$
	G00	G2,80	G6,10	G9,00			
IMST, kg/dia	6,47	6,43	5,89	5,99	$\hat{Y} = 6,20$	17,34	-
IMST, % do PV	2,43	2,44	2,25	2,14	$\hat{Y} = 2,31$	14,12	-
IFDN, kg/dia	2,48	2,22	2,11	2,15	$\hat{Y} = 2,24$	21,84	-
IED, Mcal/kg	19,45	18,42	17,66	16,13	$\hat{Y} = 19,524 - 0,324x$	15,08	0,98

Ingestão de matéria seca total (IMST), IMST (% do PV), fibra em detergente neutro total (IFDN), energia digestível (IED).

A inclusão de glicerina na dieta das novilhas promoveu uma redução linear ( $P < 0,05$ ) no tempo de pastejo (Tabela 4). A redução no tempo de pastejo poderia ser explicada pela rota metabólica que o glicerol presente na glicerina segue no rúmen. O glicerol no rúmen é transformado em ácidos graxos voláteis (AGVs) pelas bactérias. Quando a ingestão de glicerina é elevada, a mesma pode inibir a ingestão de alimentos pelos animais por um determinado momento, em razão da quantidade de energia fornecida ao animal pela rápida fermentação do glicerol em AGVs (Trabue et al., 2007). O aparecimento de AGVs no líquido ruminal e, na sequência, na corrente sanguínea inibe a ingestão de alimentos o que pode ter determinado redução na ingestão do pasto.

Por outro lado, os níveis de glicerina na dieta das novilhas não tiveram efeito ( $P > 0,05$ ) sobre o tempo de ruminação (Tabela 4). A redução do tempo de pastejo em função dos níveis de glicerina nas dietas não influenciou o tempo de ruminação. A ruminação dos bovinos, de modo geral, é influenciada pelo teor de fibra no alimento. O



nível máximo de adição de glicerina na dieta das novilhas reduziu muito pouco a ingestão da fibra (redução de 2,48 para 2,15 kg de FDN ao dia, para os níveis de 0 e 9,0% de glicerina na dieta total). Silva et al. (2005) relataram que os tempos de ruminação não sofreram efeitos dos níveis de suplementação de bovinos em pastagem. Da mesma forma, a adição de glicerina na dieta não reduziu a ingestão de pastagem (3,90 e 3,42 kg de MS/dia para os níveis de 0 e 9,0% de substituição da matéria seca da ração total pela glicerina). O tempo de ruminação, em minutos, foi semelhante ao comportamento observado por Mari et al. (2010) com novilhos em confinamento em que o tempo de 393, 402 e 403min/dia foi próximo ao deste trabalho para os níveis 0, 5 e 12% de glicerina na dieta, respectivamente.

O tempo de ócio apresentou comportamento linear crescente ( $P < 0,05$ ). Silva et al. (2005) verificaram efeito linear decrescente sobre os tempos diurnos de ócio e o atribuiu ao aumento do tempo de permanência no cocho sem alterar o período de pastejo o que posteriormente poderia ser compensado com maior tempo de ócio à noite. Os resultados encontrados estão em consonância com os relatos de Pardo et al. (2003) que verificaram menores tempos de descanso para animais não suplementados. Estes mesmos autores deduziram que tal comportamento acontece em decorrência de menor tempo de pastejo, provavelmente pelo menor consumo da forragem dos animais suplementados, sobretudo, nos níveis mais elevados de suplementação. Fischer et al. (2002) relataram que animais recebendo 0 e 1% do PV em concentrado permaneceram em ócio em média por 157 e 210 min, respectivamente.

O tempo que as novilhas passaram no cocho apresentou resposta quadrática ( $P < 0,05$ ): aumento do tempo de cocho com um ponto de máxima até o nível de 4,38% de glicerina na dieta e, na sequência, uma redução acentuada (Tabela 4). Desta forma, há a hipótese de que baixos níveis de glicerina na dieta (até 6,1%) poderiam aumentar o tempo de cocho, em razão da maior dificuldade de adaptação dos animais à glicerina. No entanto, após certo nível os animais estariam adaptados ao sabor adocicado da glicerina que poderia proporcionar ingestão mais rápida do concentrado. Vale enfatizar, que mesmo com a redução do tempo que as novilhas passaram no cocho com níveis de 9,0% de glicerina na ração, não houve redução na ingestão de concentrado, o que pode ter ocorrido também pelo menor teor de matéria seca presente no tratamento 6,10% (Tabela 2) que promove maior tempo de permanência dos animais no cocho (Tabela 4) para manter o consumo de matéria seca semelhante entre os tratamentos (Tabela 3). Na

realidade, o maior nível de glicerina na dieta estimulou o consumo mais rápido do concentrado disponível.

Tabela 4. Tempos (minutos) de pastejo, ruminação, ócio e cocho de novilhas criadas em pastagem de *B. brizantha* cv. Marandu suplementadas com diferentes níveis de glicerina com suas respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação ( $r^2$ )

Item	Níveis de Glicerina, % da MS ingerida				Equação de Regressão	$r^2$	CV (%)
	G00	G2,80	G6,10	G9,00			
Pastejo	457,78	430,00	429,44	377,22	$\hat{Y} = 459,944 - 7,274x$	0,86	7,33
Ruminação	392,78	375,00	375,89	387,78	$\hat{Y} = 382,86$	-	7,40
Ócio	520,56	575,00	547,22	623,33	$\hat{Y} = 524,44 + 8,425x$	0,68	6,87
Cocho	68,89	68,89	87,44	51,67	$\hat{Y} = 65,244 + 7,064x - 0,807x^2$	0,59	13,46

A inclusão de glicerina às dietas de novilhas em pastejo não alterou ( $P>0,05$ ) o número de período em pastejo e número de período em ruminação (Tabela 5). No entanto, o número de período em ócio mostrou uma equação quadrática ( $P<0,05$ ), com ponto de mínima de 7,05% com 6,1% de glicerina à dieta. Por outro lado, o número de período no cocho reduziu-se de forma linear ( $P<0,05$ ) com o aumento dos níveis de glicerina na dieta. Embora os níveis de adição de glicerina às dietas de novilhas suplementadas a pasto reduzam o tempo de pastejo (em minutos) não tem a mesma influência sobre o número de períodos de pastejo. Desta forma, pode-se inferir que o comportamento ingestivo é determinado mais pelo tempo em pastejo do que pelo número de vezes que o animal visita o *stand* no pasto. Por outro lado, o tempo e número de período de ruminação não são influenciados pelos níveis de glicerina das dietas; sendo, portanto, regulado por outros mecanismos.

O número de período de ócio mostrou resposta quadrática ( $P<0,05$ ) em função do nível de glicerina adicionado às dietas, com número de período estimado igual a 26,73 para 7,05% de glicerina. Os dados das tabelas 4 e 5, mostram que a inclusão de glicerina às dietas de novilhas em pastejo determina um maior tempo de ócio e uma redução do número de período de ócio. Que pode ter sido também por causa do aumento linear no tempo despendido em ócio em virtude do metabolismo do glicerol presente no suplemento com glicerina (Trabue et al, 2007).

O número de vezes em que as novilhas visitaram o cocho (período de cocho) mostrou redução linear ( $P<0,05$ ) com o aumento dos níveis de glicerina adicionado às

dietas (Tabela 5). Nos níveis 6,1 ou 9,0% de glicerina às dietas, o número de visita foi de 3,3 vezes ao dia. Assim sendo, a adição de 9,0% de glicerina na matéria seca consumida às dietas das novilhas determina menor tempo de cocho (51,67 minutos) e, da mesma forma, menor número de visitas (3,3 vezes/dia). Estes números mostram que a adição de glicerina às dietas pode aumentar a palatabilidade das rações. O aumento da palatabilidade poderia ser explicado pelo gosto adocicado, sabor e adstringência da glicerina.

Tabela 5. Número de períodos de pastejo (NPP), ruminação (NPR), ócio (NPO), cocho (NPC) de novilhas criadas em pastagem de *B. brizantha* cv. Marandu alimentadas com diferentes níveis de glicerina com suas respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação ( $r^2$ )

Item	Níveis de glicerina, % da MS ingerida				Equação de Regressão	$r^2$	CV, %
	G00	G2,80	G6,10	G9,00			
NPP	13,44	13,33	12,22	12,67	$\hat{Y} = 12,92$	-	10,93
NPR	15,44	15,44	15,44	15,11	$\hat{Y} = 15,36$	-	16,73
NPO	30,56	29,11	25,56	27,89	$\hat{Y} = 30,956 - 1,198x + 0,085x^2$	0,76	7,24
NPC	5,00	5,56	3,33	3,33	$\hat{Y} = 5,389 - 0,217x$	0,66	18,46

A inclusão de glicerina na dieta das novilhas não alterou ( $P > 0,05$ ) o tempo por período de pastejo e o tempo por período de ruminação (Tabela 6). Assim, a adição de glicerina determinou um menor tempo de pastejo, mas não influenciou o número de período de pastejo (13 vezes/dia) e o tempo por período de pastejo (33 minutos). Por outro lado, a adição de glicerina às dietas das novilhas até o nível de 9,00% da matéria seca consumida não influenciou os parâmetros de ruminação (tempo = 382,6 minutos; número de período = 15,4 e tempo por período = 25,5 minutos). Da mesma forma, Silva et al. (2005) não observaram efeito dos níveis de suplementação sobre o tempo de ruminação diurno e encontraram valor médio de 10,47 min.

O tempo de período de ócio (minutos) aumentou ( $P < 0,05$ ) de forma linear com aumento dos níveis de glicerina à dieta das novilhas (Tabela 6). O tempo de ócio, também aumentou, com o aumento da glicerina às dietas (Tabela 4). Da mesma forma, Silva et al. (2005) que também encontraram efeito da suplementação sobre o tempo por período de ócio. Níveis de 15 a 25% de glicerina na dieta de ruminantes são metabolizados nas primeiras seis horas até AGVs (Bergner et al., 1995). Todavia, com menores níveis de glicerina (200 gramas/dia) 85% da glicerina desaparecem nas

primeiras duas horas pós-alimentação (Kijora et al., 1998). Desta forma, a metabolização da glicerina até AGVs, no rúmen são absorvidos pela parede ruminal e na corrente sanguínea promoveu feedback negativo sobre a ingestão de alimentos. Este processo poderia explicar o maior período de ócio dos ruminantes, uma vez que as variáveis comportamentais são excludentes: menor tempo em pastejo, maior tempo em ócio.

O tempo em que as novilhas permaneceram no cocho (em minutos) para cada uma das visitas apresentou efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) com ponto de máxima 5,47% de glicerina nas dietas. O aumento do tempo de cocho pode estar relacionado ao número de visitas, uma vez que houve uma redução no número de visitas com aumento dos níveis de glicerina às dietas (Tabela 4). O tempo de período de cocho foi semelhante ao encontrado por Silva et al. (2005) de 25, 19, 34 e 36 minutos para diferentes níveis de suplementação. Da mesma forma, o tempo de período de cocho para as novilhas da dieta sem glicerina está próximo ao período relatado por Burger et al. (2000) com uma média de 14,80 minutos por período ao dia. A redução do tempo de período de cocho com 9,0% de glicerina na dieta pode ter sido determinada pela palatabilidade e sabor adocicado da dieta que estimulou o consumo de forma mais rápida.

Tabela 6. Tempo por período de pastejo (TPP), ruminação (TPR), ócio (TPO) e cocho (TPC), em minutos, de novilhas criadas em pastagem de *B. brizantha* cv. Marandu alimentadas com diferentes níveis de glicerina com suas respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação ( $r^2$ )

Item	Níveis de glicerina, % da MS ingerida				Equação de Regressão	$r^2$	CV, %
	G00	G2,80	G6,10	G9,00			
TPP	34,67	32,54	35,29	29,98	$\hat{Y} = 33,12$	-	12,67
TPR	26,48	25,00	24,42	26,39	$\hat{Y} = 25,57$	-	19,13
TPO	17,09	19,84	21,54	22,42	$\hat{Y} = 17,573 + 0,531x$	0,95	9,83
TPC	14,37	12,73	26,74	15,92	$\hat{Y} = 12,347 + 2,627x - 0,207x^2$	0,32	21,69

O tempo de alimentação e de mastigação total, em minutos, mostrou redução linear ( $P > 0,05$ ) com aumento dos níveis de glicerina às dietas (Tabela 7). A diminuição do tempo de alimentação e mastigação total é explicada pela diminuição do tempo de pastejo e de cocho. Novilhas alimentadas com níveis mais elevados de glicerina mostraram menor tempo de pastejo e de cocho (Tabela 4). Desta forma, os menores tempos de pastejo e de cocho determinaram os menores tempos de alimentação e

mastigação total, uma vez que essas variáveis estão correlacionadas (Pinheiro et al., 2010). Estes mesmos autores encontraram TMT igual a 578,7, 630,55 e 606,85 para os níveis 0, 5 e 12% de glicerina para novilhos Nelore terminados em confinamento, respectivamente. Em uma coletânea com resultados de 32 experimentos, Allen (1997) encontrou valor médio diário para o tempo de mastigação total de 668 minutos, portanto, próximo dos tempos observados neste experimento.

A inclusão de glicerina às dietas das novilhas em pastejo teve um efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) sobre o número de mastigação por bolo ruminado e o tempo por bolo ruminado (Tabela 6) com valores máximos estimados de 41,66 e 54,22 e pontos de máxima 7,20 e 4,81%, respectivamente. A inclusão de 6,10% de glicerina à dieta determinou um maior número de mastigação por bolo (45,6). No entanto, com o aumento do nível de glicerina o número de mastigação diminuiu (38,0), uma vez que pode ter ocorrido uma alteração na composição química da dieta, a qual está diretamente relacionada aos aspectos comportamentais dos ruminantes (Missio et al., 2010; Pereira et al., 2007). Comportamento semelhante foi observado para o tempo de bolo ruminado.

A eficiência de alimentação da matéria seca mostrou um comportamento quadrático negativo ( $P < 0,05$ ), com ponto de mínima 3,78% de glicerina às dietas (Tabela 7).

Por outro lado, a eficiência de ruminação da matéria seca apresentou uma redução linear ( $P < 0,05$ ) com o aumento da glicerina às dietas (Tabela 7). Este resultado pode ser explicado pela redução do teor de FDN, uma vez que, a glicerina substituiu parte da fibra da dieta, visto que a glicerina é desprovida de fibra e, também, pela glicerina utilizada que pode ter apresentado maior teor de umidade, pela sua natureza higroscópica (Elam et al., 2008). Segundo Silva et al. (2005) a eficiência de ruminação do alimento é afetada positivamente pela elevação da matéria seca da dieta.

A eficiência de alimentação de FDN reduziu até o nível 6,10% de glicerina à dieta e depois aumentou com os níveis de 9,00%, ajustando-se, portanto, a uma equação quadrática ( $P > 0,05$ ), com ponto de mínima com 4,65% de glicerina (Tabela 7).

A eficiência de ruminação da FDN mostrou uma redução linear ( $P < 0,05$ ) em função dos níveis crescentes de glicerina às dietas (Tabela 7). Essa eficiência reduziu em função, talvez, da redução do teor de fibra nas dietas por a glicerina não apresentar fibra em sua composição. Segundo Van Soest (1994), a eficiência alimentar com que o animal capta o alimento está relacionada ao tempo destinado ao consumo de alimento e

ao peso específico do alimento consumido. Silva et al. (2005) afirmaram que a eficiência de alimentação depende da magnitude de variação do teor dos componentes fibrosos da dieta.

O número de bolo ruminado ao dia diminui com a inclusão de até 6,10% de glicerina à dieta. No entanto, com níveis de 9,00% de glicerina ocorreu um aumento do número de bolo ruminado (Tabela 7). Desta forma, os dados se ajustaram em uma equação de regressão (quadrática) com ponto de mínima de 4,50% de glicerina. A redução do número de bolo ruminado pode ter sido ocasionada pelo maior tempo de bolo ruminado e também, por dietas com maiores proporções de concentrado, normalmente possuir maior peso e menor quantidade de fibra em detergente neutro, o que permite ao animal dar menor número de mastigadas por bolo e, conseqüentemente, ruminar menor número de bolos por dia (Missio et al., 2010).

Os teores de matéria seca e de FDN por bolo ruminado apresentaram um efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) com pontos de máxima de 4,47 e 4,00% de glicerina às dietas das novilhas, respectivamente (Tabela 7). O maior nível de glicerina na dieta determinou menores teores de MS e FDN por bolo ruminado, que podem ter promovido uma alteração no peso específico do alimento, pela maior participação de concentrado e menor teor de fibra em detergente neutro na dieta dos animais em relação aos animais alimentados com menores níveis de glicerina (Missio et al., 2010).

Tabela 7. Tempo de alimentação total (TAT), mastigação total (TMT), número de mastigações por bolo (MBOL), tempo por bolo ruminado (TBR), eficiência de alimentação da matéria seca (EAMS), eficiência de ruminação da matéria seca (ERMS), eficiência de alimentação da FDN (EAFDN), eficiência de ruminação da FDN (ERFDN), número de bolos ruminados por dia (NBR), matéria seca por bolo ruminado (MSB) e FDN por bolo ruminado (FDNB) de novilhas criadas em pastagem de *B. brizantha* cv. Marandu alimentadas com diferentes níveis de glicerina com suas respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação ( $r^2$ )

Item	Níveis de glicerina, % da MS ingerida				Equação de Regressão	$r^2$	CV, %
	G0,0	G2,80	G6,10	G9,00			
TAT	525,67	498,89	516,89	428,89	$\hat{Y} = 519,078 - 10,295x$	0,80	6,61
TMT	850,56	805,00	805,33	765,00	$\hat{Y} = 844,922 - 7,698x$	0,90	5,41
MBOL	27,11	33,11	45,56	38,00	$\hat{Y} = 25,789 + 4,408x - 0,306x^2$	0,81	15,44
TBR	45,22	51,00	55,56	41,89	$\hat{Y} = 44,372 + 4,216x - 0,438x^2$	0,87	14,79
EAMS	12,32	12,94	11,47	14,02	$\hat{Y} = 12,633 - 0,333x + 0,044x^2$	0,45	6,58
ERMS	16,54	17,22	15,79	15,51	$\hat{Y} = 16,940 - 0,135x$	0,57	7,68
EAFDN	4,72	4,47	4,09	5,33	$\hat{Y} = 4,794 - 0,251x + 0,027x^2$	0,78	6,55
ERFDN	6,33	5,94	5,66	5,56	$\hat{Y} = 6,527 - 0,260x$	0,94	7,66
NBR	524,24	443,29	410,81	603,04	$\hat{Y} = 533,51 - 55,402x + 0,616x^2$	0,93	22,81
MSB	12,45	14,67	14,65	10,87	$\hat{Y} = 12,376 + 1,207x - 0,135x^2$	0,99	17,16
FDNB	4,77	5,06	5,25	3,90	$\hat{Y} = 4,702 + 0,296x - 0,037x^2$	0,90	17,07

### Conclusões

A inclusão de glicerina às dietas de bovinos suplementados a pasto pode ser uma alternativa para reduzir os custos de produção, em função da sua grande disponibilidade no mercado. Todavia, a composição da glicerina é dependente da matéria-prima inicial e do processo de fabricação do biodiesel.

A inclusão de até 9,0% de glicerina às dietas das novilhas teve efeito marginal sobre as variáveis estudadas, sem perturbar de forma significativa o comportamento das novilhas. O menor desempenho das novilhas alimentadas com a inclusão de glicerina às dietas pode ser atribuído a qualidade do produto e não as alterações de comportamento das mesmas.

## Referências

- ALLEN, M.S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1447–1462, 1997.
- BARBOSA, N.G.S.; LANA, R.P.; JHAM, G.N. et al. Consumo e fermentação ruminal de proteínas em função de suplementação alimentar energética e protéica em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1558-1565, 2001.
- BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal : FUNEP, 583p, 2006.
- BERGNER, H.; KIJORA, H.; CERESNAKOVA, Z. et al. In vitro studies on glycerol transformation by rumen microorganisms. **Archives of Tierernahr**, v. 48, n.3 p.245-256, 1995.
- BÜRGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C. et al. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.236-242, 2000.
- CAMPBELL, A.G. Grazed pastures parameters: I. Pasture dry matter production and availability in a stocking rate and grazing management experiment with dairy cows. **Journal of Agriculture Science**, v.67, n.2, p.211-216, 1966.
- CHACON, E.; STOBBS, T.H. Influence of progressive defoliation of a grass sward on the eating behavior of cattle. **Australian Journal of Agriculture Research**, v.7, n.3, p.709-727, 1976.
- CORREA, F.L. **Produção e qualidade de uma pastagem nativa sob níveis de oferta de pastagem a novilhos**. 1993. 167f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- CORSI, M. Manejo do capim-elefante sob pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 10, 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p.143-169.
- ELAM, N.A.; ENG., K.S.; BECHTEL, B. et al. Glycerol from Biodiesel Production: Considerations for feedlot diets. **Proceedings of the Southwest Nutrition Conference. Tempe AZ**. n.21, 2008.
- FISCHER, V.; DESWYSEN, A.G.; DUTILLEUL, P. et al. Padrões da distribuição nictemeral do comportamento ingestivo de vacas leiteiras, ao início e ao final da lactação, alimentadas com dieta à base de silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.2129-2138, 2002.
- FORBES, T.D.A. Researching the plant-animal interface: The investigation of ingestivo behavior in grazing animal. **Journal of Animal Science**, v.66, p.2369-2379, 1988.
- GARDNER, A.L. Técnicas de pesquisa em pastagem e aplicabilidade de resultados em sistema de produção. In: **II CA / EMBRAPA / CNPGL**, Brasília, DF, 1986. p.197.
- KIJORA, C. BERGNER, H.; GOTZ, K.P. et al. Research note: investigation on the metabolism of lycerol in the rumen of bulls. **Archives of Tierernahr**, v. 51, n.4, p.341-348, 1998.
- MACH, N.; BACH, A. e DEVANT, D. Effects of crude glycerin supplementation on performance and meat quality of Holstein bulls fed high-concentrate diets. **Journal of Animal Science**, v.87,p.632–638, 2009.
- McMENIMAN, N.P. Methods of estimating intake of grazing animals. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.131-168, [1997].
- MARI, G.C.; CECATO, U.; SILVA, P.A. et al. Efeito dos níveis de glicerol sobre o comportamento ingestivo de novilhos Nelore confinados. In: REUNIÃO ANUAL



- DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2010]. (CD-ROM).
- MARQUES, J.A.; MAGGIONI, D.; ABRAHAO, J.J.S. et al. Comportamento de touros jovens em confinamento alojados isoladamente ou em grupo. **Archivos Latino Americano de Produccion Animal**, v.13, n.3, p.97-102. 2005.
- MISSIO, R.L.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D.C.; et al. Comportamento ingestivo de tourinhos terminados em confinamento, alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.7, p.1571-1578, 2010.
- MOREIRA, F.B.; PRADO, I.N.; CACATO, U. et al. Suplementação com sal mineral proteinado para bovinos de corte, em crescimento e terminação, mantidos em pastagem de grama estrela roxa (*Cynodon plectostachyus* Pilger) no inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.449-455, 2003.
- MORIN, P.; HAMAD, B.; SAPALY, G. et al. Transesterification of rapeseed oil with ethanol. **Applied Catalysis A: General**, v.330, p.69-76, 2007.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 7 ed. Washington, DC., 2000. 242p.
- PARDO, R.M.P.; FISCHER, V.; BALBINOTTI, M. et al. Comportamento ingestivo diurno de novilhos em pastejo a níveis crescentes de suplementação energética. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1408-1418, 2003.
- PARSONS, G.L.; SHELOR, M.K. and DROUILLARD, J.S. Performance and carcass traits of finishing heifers fed crude glycerin. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 653-657, 2009.
- PEREIRA, J. C.; CUNHA, D. N. F. V.; CECON, P. R. et al. Comportamento ingestivo e taxa de passagem de partículas em novilhas leiteiras de diferentes grupos genéticos submetidas a dietas com diferentes níveis de fibra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2134-2142, 2007.
- PINHEIRO, A.A.; CECATO, U.; RIBEIRO, O.L. et al. Aspectos comportamentais de novilhos Nelore alimentados com níveis de glicerol na dieta. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2010]. (CD-ROM).
- PRADO, I.N.; MOREIRA, F.B. **Suplementação de bovinos no pasto e alimentos usados na bovinocultura**. 1 ed., Maringá: Eduem, 2002.162p.
- ROCHA, M.G. Suplementação a campo de bovinos de corte. In: LOBATO, J.F.P. (Ed.). **Produção de bovinos de corte**. Porto Alegre: PUCRS, 1999. p.77-96.
- SILVA, R.R.; CARVALHO, G.G.P.; MAGALHÃES, A.F. et al. Comportamento ingestivo de novilhas mestiças de holandês em pastejo. **Archivos de Zootecnia**, v.54, p.63-74, 2005.
- SÜDEKUM, K.-H. Co-products from biodiesel production. In: GARNSWORTHY, P. C.; WISEMAN, J. (Ed.). **Recent Advances in Animal Nutrition**. Nottingham: Nottingham University Press, p.210-219, 2008.
- TRABUE, S.; SCOGGIN, K.; TJANDRAKUSUMA, S. et al. Ruminant fermentation of propylene glycol and glycerol. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v.55, p.7043-7051, 2007.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas – SAEG**. Versão 7.1. Viçosa, MG, 1997. 142p.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

WILM, H.G.; COSTELO, O.F.; KLIPPLE, G.E. Estimating forage yield by the double sampling method. **Journal of the American Society of Agronomy**, v.36, p.194-203, 1944.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso do biodiesel como fonte alternativa de combustível fóssil é uma determinação da legislação brasileira e um desejo da comunidade mundial por fontes alternativas mais limpas e sem gerar o efeito estufa, seu uso como fonte alternativa poderá corresponder às expectativas das exigências dos mercados modernos num futuro próximo. Todavia, a geração do biodiesel a partir de várias fontes de produtos (óleos de oleaginosas e cereais, gordura animal, entre outros) gera um coproduto denominado de glicerina, rica em glicerol. Várias pesquisas desenvolvidas em nível mundial procuram determinar os níveis máximos de tolerância da glicerina pelas diferentes espécies animais (bovinos, ovinos, suínos e aves). No entanto, os níveis de aceitação e aproveitamento da glicerina dependem de diversas variáveis que necessitam ser controladas, como por exemplo, matéria-prima, fontes de catalisadores e processo para produção do biodiesel.

Os dados disponíveis na literatura mostram ser possível a inclusão de até 15% de glicerina na matéria seca total da dieta de ruminantes sem alterar o desempenho e perturbar o comportamento animal. No entanto, os resultados deste trabalho mostram que a inclusão da glicerina na dieta de novilhas em crescimento e suplementadas a pasto teve influência no desempenho animal, mas perturbou pouco a digestibilidade dos nutrientes e o bem-estar animal, embora tenha mostrado efeitos marginais sobre algumas variáveis de comportamento. Desta forma, o uso de glicerina em substituição às fontes de energia na dieta de ruminantes depende da qualidade do produto. Neste caso, a glicerina pode ser considerada um produto de baixa qualidade por apresentar coloração mais escura, aspecto oleoso.