

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

GLICERINA ASSOCIADA A VOLUMOSOS NA DIETA DE
BOVINOS

Josimari Regina Paschoaloto

Zootecnista

Orientadora: Prof^a Dr^a Jane Maria Bertocco Ezequiel

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Março de 2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

GLICERINA ASSOCIADA A VOLUMOSOS NA DIETA DE
BOVINOS

Josimari Regina Paschoaloto
Zootecnista

Orientadora: Prof^a Dr^a Jane Maria Bertocco Ezequiel

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Março de 2012

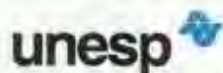
P279g Paschoaloto, Josimari Regina
Glicerina associada a volumosos na dieta de bovinos / Josimari Regina Paschoaloto. -- Jaboticabal, 2012
vii, 43 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2012
Orientadora: Jane Maria Bertocco Ezequiel
Banca examinadora: Mario De Beni Arrigoni, Mauro Dal Secco de Oliveira
Bibliografia

1.digestibilidade. 2.degradabilidade. 3.glicerina.4.volumoso. I.
Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.2:636.085.5

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.
e-mail: arnold@cnpso.embrapa.br



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: GLICERINA ASSOCIADA A VOLUMOSOS NA DIETA DE BOVINOS

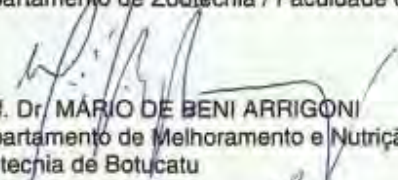
AUTORA: JOSIMARI REGINA PASCHOALOTO

ORIENTADORA: Profa. Dra. JANE MARIA BERTOCCO EZEQUIEL

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ZOOTECNIA , pela Comissão Examinadora:


Prof. Dra. JANE MARIA BERTOCCO EZEQUIEL

Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Prof. Dr. MÁRIO DE BENI ARRIGONI

Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal / Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu


Prof. Dr. MAURO DAL SECCO DE OLIVEIRA

Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Data da realização: 28 de fevereiro de 2012.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

JOSIMARI REGINA PASCHAOLOTO – Nascida em 18 de junho de 1986, na cidade de Itápolis, SP, é formada em Zootecnia pela Faculdade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, *câmpus* Experimental de Dracena, obtendo o título de Zootecnia em agosto de 2009. Ingressou no curso de Pós-graduação em Zootecnia pela Faculdade de Ciências Agrárias e veterinárias de Jaboticabal em março de 2010, sob orientação da Prof^a Dr^a Jane Maria Bertocco Ezequiel.

“Entrega o teu caminho ao SENHOR, confia nele, e o mais Ele fará”

Salmo 37.5

Á minha mãe, Valentina, e meu pai, Luis, pelo amor incondicional,
dedicação, compreensão e ajuda nos momentos mais imprescindíveis....

Obrigada por acreditarem em mim...

Aos meus irmãos e cunhados, Claudia, Aldo e Aline, Angélica e Ederson,
pelo apoio e auxílio sempre, ao meu sobrinho, Lucas Gabriel, pela alegria
intensa que me incentivou e incentiva sempre....

Amo vocês.

Dedico...

Agradecimentos

À minha orientadora, Prof^a Dr^a Jane Maria Bertocco Ezequiel, por ter acreditado e confiado em mim, por ter me dado oportunidade de realizar este sonho e me auxiliado sempre, não apenas como orientadora mas como mãe e amiga que é.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/ UNESP – Jaboticabal, SP, pela oportunidade de realização deste curso.

Aos membros da banca Prof^a Jane Maria Bertocco Ezequiel, Prof^o Dr^o Mario De Beni Arrigoni e Prof^o Dr^o Mauro Dal Secco de Oliveira pelas opiniões, sugestões e críticas valiosas, e pela disposição em participar deste momento tão importante para mim.

À FAPESP pelo auxílio financeiro.

Ao CNPq pela bolsa de estudos.

Aos funcionários da FCAV pela ajuda e disposição, principalmente aos da Fábrica de Ração e do Setor de Bovinocultura de Leite.

A Caramuru Alimentos pelo fornecimento da glicerina, farelo de girassol e casca de soja utilizados neste experimento.

Aos amigos Vanessa Ruiz Fávaro, Andre Pastori D'Aurea e Antonio Carlos Homem Junior pela ajuda nos períodos de colheita, cálculos e análises estatísticas.

A todos os amigos da Unidade Animal e Estudos Digestivos e Metabólicos pelo apoio, agradáveis conversas, ajuda e colaboração na execução deste trabalho.

Ao Marco Túlio que me apoiou e ajudou em todos os momentos, com você tudo foi mais fácil...

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	Vii
1. INTRODUÇÃO	01
2. OBJETIVOS	02
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	02
3.1. Glicerina.....	02
3.2. Volumosos.....	04
3.2.1. Cana-de-açúcar hidrolisada.....	04
3.2.2. Feno de TIFTON 85.....	05
3.2.3. Silagem de milho.....	05
3.3. Fibra para ruminantes.....	06
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	08
4.1. Local e animais	08
4.2. Dietas	08
4.3. Delineamento experimental e análise estatística.....	10
4.4. Ensaio de digestibilidade	11
4.5. Degradabilidade <i>in situ</i> dos volumosos.....	12
4.6. Valores de pH e concentrações ruminais de nitrogênio amoniacal.....	13
4.7. Produção de gases das dietas.....	13
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
5.1. Consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes.....	14
5.2. Degradabilidade dos nutrientes dos volumosos.....	20
5.3. Valores de pH e concentração de nitrogênio amoniacal ruminal..	27
5.4. Produção de metano e gás carbônico pelas dietas.....	31
6. CONCLUSÕES.....	33

7. IMPLICAÇÕES.....	34
8. REFERÊNCIAS.....	35

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Composição bromatológica dos ingredientes na matéria seca	09
TABELA 2. Composição percentual e bromatológica das dietas experimentais	10
TABELA 3. Consumo de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (CFDNcp), fibra em detergente ácido corrigida para cinzas e proteína (CFDAcp), extrato etéreo (CEE) e carboidratos não fibrosos (CCNF) e amido (CAMIDO) para os tratamentos com diferentes volumosos e adição ou ausência de 10% de glicerina na MS das dietas.....	15
TABELA 4. Digestibilidade aparente da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (DFDNcp), fibra em detergente ácido corrigida para cinzas e proteína (DFDAcp), extrato etéreo (DEE), carboidratos não fibrosos (DCNF) e amido (DAMIDO) para os tratamentos com diferentes volumosos e adição ou ausência de 10% de glicerina na MS das dietas.....	19
TABELA 5. Fração solúvel (a), fração insolúvel potencialmente degradável (b), fração insolúvel (c), taxa de passagem (kd%/h), degradabilidade potencial (DP) e degradabilidade efetiva (DE) da MS dos volumosos.....	22
TABELA 6. Fração solúvel (a), fração insolúvel potencialmente degradável (b), fração insolúvel (c), taxa de passagem (kd%/h), degradabilidade potencial (DP) e degradabilidade efetiva (DE) do FDN dos volumosos.....	24
TABELA 7. Fração solúvel (a), fração insolúvel potencialmente degradável (b),	

fração insolúvel (c), taxa de passagem (kd%/h), degradabilidade potencial (DP) e degradabilidade efetiva (DE) da PB dos volumosos.....	26
TABELA 8. Médias dos valores de pH do líquido ruminal em função dos tempos de colheita.....	28
TABELA 9. Médias dos valores de N-NH ₃ do líquido ruminal em função dos tempos de colheita.....	30
TABELA 10. Médias das produções de gases CH ₄ e CO ₂ <i>in vitro</i> das dietas.....	31

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Variação de pH no conteúdo ruminal, por tratamento, em função do horário de colheita.....	29
FIGURA 2. Variação da concentração de N-NH ₃ no conteúdo ruminal, por tratamento, em função do horário de colheita.....	29
FIGURA 3. Produção de CH ₄ e CO ₂ (mL/g de MS) dos tratamentos e produção de CH ₄ e CO ₂ (mL/g de MS) dos tratamentos na ausência (A) ou presença (P) de glicerina.....	32

Glicerina associada a volumosos na dieta de bovinos

Resumo: Avaliou-se a inclusão da glicerina em dietas contendo silagem de milho, feno de TIFTON 85 e cana-de-açúcar hidrolisada na alimentação de bovinos confinados e seus efeitos sobre a digestibilidade (utilizando o indicador interno FDNi), degradabilidade dos volumosos, parâmetros ruminais e a produção de gases das dietas experimentais. A relação volumoso:concentrado utilizada foi de 50:50. Utilizou-se seis bovinos anelados machos castrados providos de cânulas permanentes no rúmen, distribuídos em delineamento quadrado latino 6×6, em esquema fatorial 3×2 (três volumosos e ausência ou presença de glicerina). Com a inclusão de glicerina houve diminuição no consumo de FDNcp e FDAcp na dieta silagem de milho (0,83 e 0,43Kg/dia, respectivamente), redução no consumo de EE e CNF em 25,33 e 9,29 % respectivamente para todos os tratamentos, redução na digestibilidade da MS e MO dos tratamentos silagem de milho e feno de TIFTON 85. Não houve diferença significativa na interação volumoso×glicerina para a degradabilidade da MS e do FDN dos volumosos. Para a degradabilidade da PB da silagem de milho houve 2,32 % de aumento da fração potencialmente degradável no rúmen “b” e 4,51 % de aumento na degradabilidade efetiva ($k_d=8\%/h$) com a inclusão de glicerina. Não foram detectados efeitos significativos para a produção gases metano para as dietas. A produção de CO₂ foi maior para o tratamento cana-de-açúcar hidrolisada com glicerina (51,18 mL/g MS). Houve redução no pH 2 e 4 horas, para o tratamento silagem de milho com glicerina e silagem de milho, respectivamente. O tratamento cana-de-açúcar hidrolisada com glicerina obteve redução na produção de nitrogênio amoniacal, nos horários 4 e 8 (15,29 e 5,42 mg/dL, respectivamente), e os maiores picos foram obtidos nos tratamentos contendo silagem de milho e silagem de milho com glicerina (23,92 e 19,17 mg/dL, respectivamente). A glicerina pode ser utilizada como ingrediente energético nas dietas de bovinos de corte, em 10% da MS das dietas, recebendo 50% de volumoso.

Palavras-chave: digestibilidade, degradabilidade, glicerina, volumoso

Glycerin associated with roughage in the diet of cattle

Summary: Evaluated in this work the inclusion of glycerin in diets containing corn yellow silage, hay TIFTON 85 and hydrolyzed sugarcane feeding feedlot cattle and the effects on the digestibility (using NDFi), ruminal degradability of roughages, and methane production of the experimental diets. The used ratio was roughage:concentrate of 50:50. Were used six steers fitted with permanent cannulas in the rumen, allotted in latin square 6×6, 3×2 factorial arrangement (three roughages and absence or presence of glycerin). With the addition of glycerol resulted in reduction in dry matter intake ADFap and NDFap in corn yellow silage diets (0,83 and 0,43 kg / day, respectively), reduced in the dry matter intake of EE and NFC in 25,33 and 9,29% respectively for all treatments, reduced digestibility of DM and OM treatments of corn yellow silage and Tifton 85. No significant differences in the interaction between roughage × glycerin to the degradability of DM and NDF of roughages. For protein degradation of corn yellow silage was 2,32% increase of the potentially degradable "b" and 4,51 % increase in effective degradability ($K_d = 8 \text{ \% / h}$) with the addition of glycerin. for. No significant effects were found to production methane gas for diets and roughage. CO₂ production was higher for the treatment of sugarcane hydrolyzed with glycerin (51,18 mL/ g DM). Decreased in pH 2 and 4 hours for the treatment of corn yellow silage with glycerin and corn yellow silage, respectively. Treatment sugarcane hydrolyzed with glycerin obtained reduction in the production of ammonia nitrogen, in 4 and 8 hours (15,29 and 5,42 mg / dL, respectively), and the highest peaks were obtained in the treatments containing corn yellow silage and corn yellow silage with glycerin (23,92 and 19,17 mg / dL, respectively). Glycerin can be used as an energy ingredient in the diets of beef cattle, 10% of diet DM, receiving 50% roughage.

Keywords: digestibility, degradability, glycerin, methane, roughage

1. INTRODUÇÃO

Grande parte de toda a energia consumida no mundo provém de reservas fósseis, que são limitadas e esgotáveis. Esses fatores, aliados à preocupação com o meio ambiente e o desenvolvimento sustentável, têm colocado o biodiesel no centro das atenções e interesses. Por ser biodegradável, não tóxico, proveniente de fontes renováveis e praticamente livre de enxofre e compostos aromáticos, o biodiesel é considerado um combustível ecológico (ABDALLA, 2008), podendo promover redução na emissão de monóxido de carbono e hidrocarbonetos para o ambiente.

O percentual de adição de biodiesel ao óleo diesel está em contínua elevação. Em 2008, o Governo Federal definiu que o biodiesel seria obrigatoriamente adicionado ao diesel de petróleo num percentual de 2%, o chamado B2. Desde 1º de julho de 2009 todo óleo diesel comercializado no Brasil conteve 4% de biodiesel, programa B4 e atualmente a adição é de 5%. O Brasil está entre os maiores produtores e consumidores de biodiesel do mundo, com uma produção anual em 2009, de 1,6 bilhões de litros (ANP, 2012).

Com a produção do biodiesel, há geração de grande volume de glicerina. Zhou (2008) relata que esse volume corresponde a 10% da quantidade total de biodiesel produzido. A glicerina não possui legislação específica para seu descarte, ficando armazenada nas usinas. Sendo assim, torna-se necessário seu consumo e, entre os possíveis usos, podemos incluir sua utilização na alimentação animal, pois apresenta grande potencial para substituir ingredientes energéticos usualmente utilizados como o milho (DONKIN, 2008), podendo reduzir os custos finais de produção.

Para os ruminantes a ingestão de material fibroso é de vital importância, sem a inclusão destes na dieta podem ocorrer distúrbios gastrointestinais e metabólicos. A escolha do volumoso e da relação volumoso:concentrado utilizada é dependente de características agronômicas e bromatológicas da planta e do potencial econômico dos pecuaristas. A cana-de-açúcar, por exemplo, apresenta características agronômicas que favorecem seu uso principalmente para pequenos pecuaristas.

2. OBJETIVOS

Objetivou-se neste trabalho avaliar a introdução de 10% glicerina na MS da dieta de bovinos de corte anelados recebendo diferentes tipos de volumosos em relação aos parâmetros:

- Consumo e digestibilidade aparente da MS e MO, e dos nutrientes (proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, extrato etéreo, carboidratos não fibrosos e amido);
- Degradabilidade da MS, FDN e PB dos volumosos.
- Parâmetros ruminais (pH e concentração de nitrogênio amoniacal);
- Produção dos gases metano e carbônico dos volumosos e dietas;

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Glicerina

O termo glicerina refere-se ao glicerol (1,2,3 propanotriol) na forma comercial, é um composto orgânico pertencente à função álcool, líquido à temperatura ambiente (25°C), higroscópico, inodoro e de sabor adocicado (IUPAC,1993). A glicerina é resultante do processo de transformação de um triglicerídeo em biodiesel, a partir de uma reação de transesterificação, na presença de um catalisador e de um álcool de cadeia curta, metanol ou etanol (VITO, 2010).

O glicerol é um componente do metabolismo normal dos animais, sendo encontrado na circulação e nas células (MENTEN, MIYADA e BERENCHTEIN, 2010). Parte deste glicerol pode ser fermentado a propionato no rúmen, metabolizado no ciclo de Krebs e pode ser utilizado para a formação de glicose pela via gliconeogênica, confirmando assim o potencial da glicerina como substrato gliconeogênico para ruminantes (KREHBIEI, 2008).

Outra parte do glicerol que não é fermentado no rúmen é absorvido pelo epitélio ruminal através de absorção passiva, por possuir pequeno tamanho molecular e não formar micelas com os sais biliares como os ácidos graxos de cadeia média e longa

(GUYTON, 2002). No fígado, o glicerol é metabolizado a gliceraldeído 3-fosfato e direcionado para produção de energia ou síntese de glicose através da gliconeogênese, sendo convertido à glicose pela ação da enzima glicerol quinase (KREHBIEL, 2008).

A utilização da glicerina (glicerol) na formulação de rações pode ter efeitos positivos sobre a retenção de aminoácidos (CERRATE et al., 2006), além do glicerol atuar como precursor gliconeogênico da mesma maneira que o glicerol oriundo do catabolismo triacilglicerol (PLUSKE, 2007).

Krehbiel (2008) relata que há melhora na conversão alimentar, provavelmente devido a uma melhora no “status” metabólico dos animais, proporcionado pelo maior aporte energético de origem neoglicogênica suprido pelo glicerol absorvido no rúmen ou intestino grosso, ou mesmo pela fermentação ruminal do glicerol a propionato.

Schoröder & Südekum (1999), avaliando *in vivo* e *in vitro* a adição de 10, 15 ou 20% de glicerol em dietas com alto e baixo amido e diferentes purezas do glicerol, alta (2,5% de água e 99,8% de glicerol), média (1,1% de água, 85,3% de glicerol e 0,04% de metanol) e baixa pureza, (26,8% de água, 63,3% de glicerol e 26,7% de metanol), observaram que a inclusão de 10% de glicerina na matéria seca da dieta não afetou a ingestão de água, degradação ruminal e digestibilidade dos nutrientes.

Em ruminantes ainda não há uma definição clara para o metabolismo do glicerol, existem vários fatores que interferem no aproveitamento desse ingrediente. Donkin (2008) relata que o glicerol é fermentado no rúmen a ácidos graxos de cadeia curta e 50 a 70% do glicerol desaparece do rúmen em 4 horas, levando a aumento na produção de propionato, e que a extensão da digestão desse ingrediente é dependente da concentração na dieta.

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

Lage et al. (2010), avaliando a inclusão de 0, 3, 6, 9 e 12% de glicerina bruta (36,20% de glicerol, 8,66% de metanol, 46,48% de ácidos graxos, 6,20% de água, 0,41% de proteína bruta e 2,05% de matéria mineral) na matéria seca da dieta em substituição ao milho observaram que a inclusão de glicerina até 6% na dieta otimizou a conversão alimentar dos animais, porém comprometeu o consumo, a digestibilidade dos nutrientes, as características quantitativas da carcaça e o desempenho dos animais.

3.2. Volumosos

3.2.1. Cana-de-açúcar hidrolisada

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) é uma gramínea muito utilizada na alimentação animal devido sua alta produtividade, é pertencente ao grupo de plantas C4 e possui elevada produção de matéria verde por hectare. É considerada um alimento desbalanceado (SOBREIRA, 2006), possuindo em sua composição alto teor de lignina, elemento da parede celular que influencia negativamente a digestibilidade da fibra. Com o intuito de melhorar a digestibilidade da fração fibrosa os agentes alcalinizantes têm sido estudados desde a década de 20. Estes atuam solubilizando parcialmente a hemicelulose, promovendo o fenômeno conhecido como intumescimento alcalino da celulose, que consiste na expansão das moléculas de celulose, causando a ruptura das ligações das pontes de hidrogênio e aumentando a digestão desta e da hemicelulose (OLIVEIRA et al., 2006).

O tratamento com hidróxido de cálcio (cal hidratada - Ca(OH)_2) têm se mostrado satisfatório para a hidrólise, pois proporciona o uso rotineiro da cana na alimentação de bovinos de forma econômica e segura. Porém deve-se ressaltar que a qualidade do produto final depende de diversos fatores, dentre os quais os principais são o tempo de hidrólise, nível ou quantidade de cal aplicada, tipo da cal aplicada, forma de aplicação (solução ou pó), variedade e idade da cana-de-açúcar a ser hidrolisada e homogeneização da cal com a cana-de-açúcar. Silva et al. (2006) obtiveram reduções nos teores de FDN, FDA e de HEM enquanto que a digestibilidade *in vitro* da MS aumentou utilizando 1% de cal hidratada como agente alcalinizante para cana-de-

açúcar. Estes autores atribuíram a redução nos teores de FDN, FDA e a hemicelulose à solubilização parcial dos constituintes da parede celular (da hemicelulose e expansão da celulose) facilitando o ataque microbiano à parede celular, resultando em aumento na digestibilidade da MS, demonstrando que a hidrolisação da cana-de-açúcar é eficiente e viável.

3.2.2. Feno de TIFTON 85

A fenação é uma técnica de conservação de forragens realizadas por meio da desidratação ou secagem da forragem verde, que preserva o alimento de bom valor nutritivo, com mínimo de perda na produção. O feno pode ser utilizado em pequenas e grandes propriedades devido seu fácil armazenamento e transporte, é um alimento interessante para ser fornecido aos animais nos períodos de seca ou quando há falta de volumoso.

O capim TIFTON 85 (*Cynodon spp.*) possui características favoráveis à fenação como facilidade e tolerância a cortes mecânicos frequentes, boa secagem e cobertura do solo, capacidade de rebrota e persistência (HILL et al., 1993). Este capim é classificado como uma gramínea de ciclo fotossintético C4, subtropical, perene, que se caracteriza por apresentar crescimento prostrado, ser estolonífera e rizomatosa, apresentando colmos e folhas grossos de coloração verde bastante escura. Possui elevada produtividade, 24,2 t/ ha/ano (ALVES, 2001), com adubação de 400kg/ ha/ ano de nitrogênio.

3.2.3. Silagem de milho

Tradicionalmente o material mais utilizado para ensilagem é a planta de milho (*Zea mays*), devido sua composição bromatológica, preenchendo os requisitos para confecção de uma boa silagem como teor de MS entre 30 % a 35 %, e no mínimo de 3 % de carboidratos solúveis na matéria original, baixo poder tampão e por proporcionar boa fermentação microbiana. Para uma produção de silagem de milho de boa qualidade deve-se considerar, além do percentual de grãos na massa ensilada, os componentes da planta como um todo (NUSSIO, et al. 2001; BELEZE et al, 2003). A qualidade da

silagem de milho varia de acordo com o manejo de confecção do silo, das condições climáticas e microbiota epifítica.

A produção de silagem de milho de boa qualidade inclui fatores desde o plantio do milho até a abertura do silo. A transformação do material verde picado no campo em silagem se dá através da fermentação anaeróbica dentro do silo, para que isso ocorra deve-se haver ausência de oxigênio, presença de bactérias aeróbicas no início do processo de fermentação e bactérias anaeróbicas e presença de substratos para estas bactérias. Esses microrganismos anaeróbicos agem sobre os carboidratos solúveis e produzem CO₂ e ácidos orgânicos (ácido láctico principalmente). Ocorre a redução do pH nesta fase e a atividade das bactérias anaeróbicas é reduzida. Algumas características evidenciam uma boa qualidade da silagem como o cheiro agradável e coloração clara (verde amarelado), entre outros (DEMINICIS et al., 2009)

3.3. Fibra para ruminantes

As gramíneas tropicais apresentam alta produtividade quando comparadas às de clima temperado, contudo acumulam, ao longo do ciclo de crescimento, grande proporção de parede celular. Essa fração apresenta lenta e incompleta digestão, ocupando espaço no trato gastrintestinal e é a principal responsável pela variação na digestão dos alimentos tropicais, além de exercer efeito marcante sobre o consumo de alimentos (VAN SOEST, 1994).

Para os ruminantes de alta produção a fibra representa uma característica importante, pois está relacionada com a digestibilidade e com valores energéticos, com a fermentação ruminal e, possivelmente, com o controle de ingestão dos alimentos (MERTENS, 1992).

Níveis abaixo de 20 % de FDA ou 30 % de FDN afetam o consumo de MS de bovinos, como consequência dos mecanismos metabólicos e níveis acima de 25 % de FDA e 40 % de FDN limitam o consumo de MS por fatores físicos (TOMLINSON et al., 1991; MERTENS, 1997). Corroborando com estes autores, Oliveira (1999) relata que variedades de cana-de-açúcar devem conter menos que 52 % de FDN para a alimentação de bovinos. Estudos comparando silagem de milho e cana-de-açúcar têm

demonstram que há redução linear no consumo de MS quando ocorre a substituição da silagem de milho por cana-de-açúcar em rações de vacas leiteiras (MAGALHÃES et al., 2000).

Segundo Donkin (2008) a glicerina não é um carboidrato, porém é rapidamente fermentada no rúmen. Talvez sua rápida degradação, em relação às fontes energéticas provenientes de grãos, e o fato de não possuir parede celular possa inibir a atividade celulolítica de certas bactérias causando efeito negativo sobre a digestibilidade e degradabilidade da fibra do volumoso fornecido.

Roger et al. (1992) mostraram que o crescimento, adesão e a atividade celulolítica das espécies *Ruminococcus flavefaciens* e *Fibrobacter succinogenes* foram inibidos quando se incluiu às culturas alta concentração de glicerol (0,05v/v), mas não influenciou quando em baixa concentração (<0,01v/v). Abo El-Nor et al. (2010), estudando cinco diferentes espécies de bactérias no papel da degradação da fibra (*Butyrivibrio fibrisolvens* e *Ruminococcus albus*), amido (*Selenomonas ruminantium* e *Succinivibrio dextrinosalvens*) e proteína (*Clostridium proteoclasticum*) em diferentes inclusões de glicerol (0, 36, 72 e 108 g/kg de MS) nas dietas observaram que, com a maior inclusão de glicerol, a concentração de DNA da *B. fibrisolvens* e a digestibilidade da FDN foram reduzidos. Segundo esses autores o glicerol pode ter afetado a adesão às partículas de alimentos, reduzindo a disponibilidade de nutrientes para essas bactérias. A concentração de DNA da *R. albus* não foi afetada pela adição de glicerol, porém é possível que tenha ocorrido a diminuição da capacidade de *R. albus* em degradar fibras. Houve redução na concentração de DNA para *S. ruminantium*, devido à redução da disponibilidade de amido e açúcares com a substituição do milho pelo glicerol. A concentração de DNA de *C. proteoclasticum* foi afetada pela sensibilidade ao glicerol, diferindo apenas com o tratamento controle o qual não continha glicerol.

Pereira et al. (2008) observaram que com o aumento da inclusão de glicerina ao feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu aumenta o tempo de colonização e reduziu a taxa de produção de gases e digestibilidade *in vitro*. Roger et al. (1992), observaram que com a adição de 5% de glicerina bruta na dieta ocorre a inibição do crescimento e da atividade das bactérias celulolíticas ruminais e concluem que concentrações acima

de 5% podem alterar a fermentação ruminal resultando em redução na ingestão de matéria seca.

O uso da glicerina e sua associação a volumosos tradicionalmente explorados na alimentação animal ainda não é conhecido, portanto faz-se necessário o estudo

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Local e animais

O experimento foi desenvolvido na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal. A fase de campo foi desenvolvida na Unidade Animal de Estudos Digestivos e Metabólicos e as análises laboratoriais no Laboratório de Ingredientes e Gases Poluentes (LIGAP).

Foram utilizados seis bovinos machos castrados, com aproximadamente 400 kg de peso corporal, providos de cânulas permanentes no rúmen. Os animais ficaram alojados em baias individuais com livre acesso a comedouros e bebedouros. Foi mantido manejo higiênico/sanitário diário dos animais, sendo as baias e bebedouros higienizados diariamente.

4.2. Dietas

As dietas foram formuladas com três diferentes volumosos (silagem de milho, cana-de-açúcar hidrolisada (variedade IAC 862480 de, aproximadamente, 18 meses de crescimento) e feno de TIFTON 85 e presença ou ausência de 10% de glicerina na MS das dietas, estabelecendo a relação volumoso:concentrado de 50:50.

A cana-de-açúcar foi picada em máquina para proporcionar tamanhos de partículas de 8 a 10 mm. A cal utilizada na hidrólise foi a cal hidratada calcítica especial com composição química de: Óxido de cálcio total (CaO) mínimo = 72 %; Óxido de magnésio total (MgO) máximo = 2 %; Hidróxido de Cálcio (Ca (OH)₂) mínimo = 95 %; umidade máximo = 1% conforme análise fornecida pelo fabricante. A mistura para obtenção da hidrólise foi feita na proporção de 0,5 kg de cal em 2 litros de água para 100kg de cana-de-açúcar *in natura*. A suspensão obtida facilita o processo de hidrólise, uma vez que faz com que mais partículas de cana-de-açúcar entrem em contato com a

cal. A homogeneização da mistura foi feita em piso de cimento em galpão coberto. Esse processo foi realizado doze horas antes do fornecimento aos animais.

Os ingredientes utilizados no concentrado foram milho moído, casca de soja, farelo de girassol, suplemento mineral e glicerina (Tabela 1). A glicerina foi obtida do óleo de soja e apresentou 83% de glicerol, 11% de água, 6% de sais (dos quais 99% é NaCl) e 0,01% de metanol, conhecida comercialmente como “glicerina loura”.

TABELA 1. Composição bromatológica dos ingredientes na matéria seca.

Ingredientes	MS	PB	EE	FDN	FDA
				%MS	
Silagem de Milho	30,35	8,13	3,70	50,28	30,82
Feno TIFTON 85	84,67	9,01	1,42	77,74	42,24
Cana-hidrolisada	27,37	3,20	0,50	55,19	33,92
Milho	87,94	9,11	4,07	13,98	4,08
Glicerina ¹	89,00	0,00	0,50	0,00	0,00
Casca de Soja	89,80	11,65	1,60	68,40	50,52
Farelo de Girassol	91,10	31,50	1,50	42,36	34,90
Uréia	100,00	281,25	0,00	0,00	0,00

MS= matéria seca, PB= proteína bruta, EE= extrato etéreo, FDN= fibra em detergente neutro, FDA= fibra em detergente ácido;

¹Caramuru Alimentos S/A.

Os animais receberam alimentação duas vezes ao dia, às 8h e 16h, permitindo-se no máximo 5% de sobras. A glicerina foi pesada separadamente e misturada ao concentrado no momento da alimentação.

A composição percentual e bromatológica das dietas experimentais estão apresentadas na Tabela 2

TABELA 2. Composição percentual e bromatológica das dietas experimentais.

Ingredientes	Dietas Experimentais					
	SM	SMG	CH	CHG	F	FG
	Composição percentual (% MS)					
Silagem de milho	50	50				
Cana-de-açúcar hidrolisada			50	50		
Feno de TIFTON 85					50	50
Milho	24,50	13,50	13,40	7,40	33,30	18,30
Casca de soja	10,10	6,80	11,50	3,00	8,00	10,00
Farelo de girassol	13,10	17,65	24,00	28,75	7,20	10,70
Calcário calcítico	1,00	1,20	0,00	0,00	0,00	0,00
Sal comum	0,50	0,00	0,50	0,00	0,50	0,00
Uréia	0,30	0,35	0,10	0,35	0,50	0,50
Glicerina	0,00	10,00	0,00	10,00	0,00	10,00
Suplemento mineral ¹	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Composição Bromatológica das Dietas Experimentais (%)						
MS	59,96	60,32	58,75	59,03	86,85	87,26
	%MS					
PB	12,45	12,63	12,00	12,67	12,15	12,12
EE	3,21	2,77	1,34	1,03	2,30	1,78
FDN	41,02	39,16	47,50	42,86	52,05	52,80
FDA	26,08	25,56	31,69	28,81	29,03	30,65
EM (Mcal/kg) ²	2,68	2,67	2,42	2,43	2,56	2,54

SM= Silagem de milho; SMG Silagem de Milho com glicerina; CH= Cana-de-açúcar hidrolisada; CHG= Cana-de-açúcar hidrolisada com glicerina; F= Feno de TIFTON 85; FG= Feno de TIFTON 85 com glicerina; MS = matéria seca, PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, FDN = fibra em detergente neutro, FDA= fibra em detergente ácido, EM = energia metabolizável;

¹Suplemento Mineral para Bovinos, níveis de garantia por 1000g do produto: Fósforo 40g, Cálcio 80g, Sódio 195g, Cloro 300g, Magnésio 5g, Enxofre 26g, Zinco 2000mg, Cobre 1000mg, Manganês 500mg, Cobalto 100mg, Iodo 100mg, Selênio 5mg, Flúor (máx.) 400mg, veículo q.s.p. 1000g; ² Energia metabolizável (Mcal/kg MS) estimada através do NRC (1996).

4.3. Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental foi o quadrado latino 6×6 (6 tratamentos × 6 períodos), em esquema fatorial 3×2 (três volumosos × ausência ou presença de glicerina).

Os dados de pH e nitrogênio amoniacal foram analisados utilizando o procedimento MIXED sendo o fator tempo de colheita considerado como medidas repetidas no tempo. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e

comparação de médias pelo teste Tukey e verificadas as interações entre tempo e tratamento a 5% de probabilidade.

Os dados de consumo e digestibilidade foram submetidos à análise de variância através do procedimento PROC GLM e realizados contrastes ortogonais para verificar efeitos da glicerina dentro de cada volumoso e entre os volumosos ao nível de significância de 5%.

Para a degradabilidade os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância.

A produção dos gases CH₄ e CO₂ foi realizada em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3×2 e realizou-se análise de variância e comparação das médias pelo teste Tukey a 5% significância.

Como ferramenta de auxílio às análises utilizou-se o sistema de análises estatísticas (SAS, 1993).

4.4. Ensaio de digestibilidade

O coeficiente de digestibilidade dos nutrientes foi determinado utilizando-se a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador interno. A FDNi foi determinada pela técnica de incubação *in situ* dos alimentos, das sobras e das fezes durante 264 horas segundo a técnica descrita por Casali et al. (2008), onde a quantidade permitida de sobras foi 5% do total ofertado, e foram analisados os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, MM, EE, PB (AOAC, 1995), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), fibra em detergente ácido corrigida para cinzas e proteína (FDAcP) (VAN SOEST & WINE, 1967) e amido (HENDRIX, 1993).

As amostras das sobras foram colhidas do 15º ao 18º dia de cada período experimental, totalizando quatro amostras/tratamento/período. Os alimentos foram amostrados no início de cada período. As amostras fecais (aproximadamente 100g) foram colhidas no momento da defecação diretamente do chão, perfazendo um total de nove amostras/tratamento/período, durante três dias nos seguintes horários: 1º dia: 8h, 14h e 20h; 2º dia: 10h, 16h e 22h; 3º dia: 12h, 18h e 24h. Posteriormente as amostras

foram secas em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 55 °C por 72 horas, moídas individualmente em moinho de faca a 1 mm, misturadas proporcionalmente, para formar amostras compostas de fezes e sobras.

Os coeficientes de digestibilidade foram calculados usando as fórmulas:

Digestibilidade da matéria seca (CDMS):

$$CDMS = (1 - (\frac{\% \text{FDNi no ingerido}}{\% \text{FDNi nas fezes}})) \times 100$$

Digestibilidade do nutriente (CD):

$$CD = (1 - (\frac{\% \text{FDNi no ingerido}}{\% \text{FDNi nas fezes}})) \times (\frac{\% \text{do nutriente estudado nas fezes}}{\% \text{nutriente estudado no ingerido}}) \times 100$$

Os carboidratos não fibrosos foram calculados pela seguinte equação (SNIFFEN et al., 1992):

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

4.5. Degradabilidade *in situ* dos volumosos

Para o ensaio de degradabilidade *in situ* da MS, FDN e PB dos volumosos foram confeccionados saquinhos de náilon 100% poliamida, não resinados, com porosidade de 50 µm, medindo 14 cm de comprimento por 7 cm de largura, selados em seladora automática. Cada saquinho recebeu aproximadamente 5g de amostra pré-seca do volumoso moído a 5 mm para manter 20 mg MS/cm², conforme proposto por Ørskov & McDonald (1979) como ideal para avaliação da degradabilidade *in situ*. As pesagens dos saquinhos e das amostras foram realizadas em balança de precisão, com quatro casas decimais. Os saquinhos foram fechados utilizando-se argola metálica e elástico para que pudessem ser fixados em diferentes pontos da corrente de metal presa à tampa da cânula por uma das extremidades.

Os tempos de incubação avaliados foram 6, 12, 24, 48, 72, 96, 120 e 144 horas para a silagem de milho, cana-hidrolisada e feno de TIFTON 85. Após o tempo de

incubação, os saquinhos retirados do rúmen foram imersos em água fria com gelo por 30 minutos para cessar a atividade microbiana, sendo em seguida lavados em água corrente até a observação da água limpa e sem sólidos. Para a determinação da fração solúvel “a”, ou tempo zero, os saquinhos com as amostras foram imersos e lavados em dois ciclos de 30 minutos cada em líquido ruminal autoclavado (a pressão de 1 atm e 121 °C por 1 hora), e juntamente com os demais saquinhos desencubados, foram levados à estufa de circulação forçada de ar a 55°C, onde permaneceram por 72 horas. Após esse período, as repetições por horário de incubação de cada volumoso foram unidas em recipientes plásticos, posteriormente moídas em moinho de facas, com peneira com crivo de 1 mm para posteriores determinações dos teores de matéria seca (MS) de acordo com AOAC (1995), fibra em detergente neutro (FDN) e proteína bruta (PB) segundo VAN SOEST et al. (1991).

4.6. Valores de pH e concentrações ruminiais de nitrogênio amoniacal

O conteúdo ruminal foi filtrado em tecido de náilon (100 µm), e imediatamente medido o pH com peagâmetro digital e quantificada a concentração de nitrogênio amoniacal segundo a técnica descrita por Vieira (1980), em aparelho micro-Kjeldahl, utilizando-se alíquota de 2mL do líquido ruminal, destilado com KOH 2mol/L usando-se ácido bórico como solução receptora e titulado com HCl 0,005 mol/L. Os horários das colheitas realizadas foram -1, 0, 2, 4, 6 e 8 horas após a alimentação, em cada período experimental. O tempo zero corresponde à amostra colhida imediatamente antes da primeira refeição (8h).

4.7. Produção de gases das dietas

As determinações da produção ruminal dos gases metano (CH₄) e gás carbônico (CO₂) foram realizadas através da técnica *in vitro* proposta por Gastaldi (2003), após incubação por 12 horas em “erlenmeyers” em banho-maria à temperatura de 39 °C. As amostras de conteúdo ruminal foram colhidas no 24º dia de cada período experimental. Esse conteúdo foi filtrado em tecido de náilon (100 µm), acondicionado em garrafas térmicas e levados imediatamente para o Laboratório de Ingredientes e Gases

Poluentes (LIGAP), onde foram colocados 150 mL de líquido ruminal de cada animal em “erlenmeyers” com capacidade de 250 mL, contendo 2,1 g de amostra pré-seca da dieta total que cada animal estava consumindo em cada período, moída a 1 mm, mantendo a relação de 1,25 g de MS para 100 mL de líquido ruminal.

Foram feitas duas repetições para cada dieta e mais duas repetições do branco, que correspondia ao “erlenmeyer” sem amostra só com o líquido ruminal para correção nos cálculos. Os “erlenmeyers” contendo as amostras e o líquido ruminal foram mantidos por 12 horas em banho-maria à temperatura de 39 °C. Os gases produzidos foram armazenados em recipientes plásticos (garrafas “pet”) de 600 mL, colhido uma alíquota diretamente deste recipiente com auxílio de uma seringa de 1mL, e imediatamente injetada em cromatógrafo gasoso Trace GC Ultra Thermo Scientific® equipado com detector de ionização de chama, utilizando o argônio como gás de arraste com fluxo de 25 mL por minuto e a temperatura do forno de 70 °C. A calibração do cromatógrafo gasoso foi através da injeção de uma mistura padrão de gases (CH₄, CO₂, N₂ e O₂). As áreas dos picos foram integradas utilizando o software Chromquest 5.0. A quantidade total de gás produzido foi mensurada pela determinação do volume ocupado pelo gás produzido nas garrafas após 12 horas de fermentação.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes

Na Tabela 3 estão apresentados os consumos de MS e MO e dos nutrientes das dietas expressos em kg/dia na matéria seca.

Tabela 3. Consumo de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (CFDNcp), fibra em detergente ácido corrigido para cinzas e proteína (CFDAcp), extrato etéreo (CEE), carboidratos não fibrosos (CCNF) e amido (CAMIDO) para os tratamentos com diferentes volumosos e adição ou ausência de 10% de glicerina na MS das dietas.

Item	Tratamentos							Contrastes				
	CH	CHG	SM	SMG	F	FG	CV%	CH × CHG	SM × SMG	F × FG	SM × (F + CH)	F × CH
	kg/ dia											
CMS	6,99	6,52	9,06	8,67	6,72	6,53	12,62	0,3887	0,4732	0,7320	<,0001	0,7393
CMO	6,32	5,83	8,44	8,11	6,09	5,92	12,30	0,3194	0,5055	0,7295	<,0001	0,8304
CPB	0,82	0,67	1,88	1,63	1,02	0,90	10,11	0,0373	0,0015	0,0879	<,0001	0,0002
CFDNcp	3,59	3,17	4,86	4,03	4,13	4,01	12,37	0,1534	0,0083	0,5336	0,0004	0,0036
CFDAcp	2,15	1,95	3,01	2,58	4,00	3,95	13,30	0,3816	0,0729	0,9613	0,1158	<,0001
CEE	0,14	0,09	0,33	0,26	0,24	0,18	11,19	0,0005	<,0001	0,0004	<,0001	<,0001
CCNF	2,94	2,28	3,13	2,55	2,19	1,34	14,20	0,0032	0,0081	0,0003	<,0001	<,0001
CAMIDO	0,97	0,90	3,64	3,55	1,12	1,08	8,65	0,4358	0,3185	0,7291	<,0001	0,0237

CH= Cana-de-açúcar hidrolisada, CHG= Cana-de-açúcar hidrolisada e glicerina, SM= Silagem de milho, SMG= Silagem de milho e glicerina, F= Feno de Tifton 85, FG= Feno de Tifton 85 e glicerina.

As dietas CH e CHG apresentaram consumo de MS de 6,99 e 6,52 kg/dia, respectivamente, valores abaixo dos encontrados por Freitas et al. (2011) que relataram consumo de 7,6 kg de MS/dia para bovinos Nelore recebendo 70% de cana-de-açúcar hidrolisada (hidrolise com 0,5% ou 0,9% de hidróxido de cálcio) como único volumoso, 12,5% mais elevado que o encontrado neste trabalho.

Em relação aos tratamentos F e FG, foram observados valores para consumo de MS de 6,72 e 6,53 kg/dia, entretanto Ribeiro et al. (2001) trabalhando com bovinos Nelore canulados no rúmen recebendo dietas com 60% de feno de TIFTON 85, de diferentes idades de rebrota obtiveram consumo médio de MS de 5,57 kg/dia, 15,86% menor que os desta pesquisa, ao contrario de Cavalcante et al. (2005) que avaliando 4 teores de PB (10,50; 12,00; 13,50 e 15,00% na MS) em dietas com 65% de TIFTON 85 para novilhos mestiços, encontraram consumo médio 7,69 kg/dia de MS, valores 16,11% mais elevados do que os encontrados neste trabalho, demonstrando que o consumo médio para os tratamentos contendo feno de TIFTON 85 deste trabalho estão dentro dos valores encontrados na literatura.

Os valores de ingestão das dietas CH, CHG, F e FG foram menores quando comparados com o consumo de MS da SM e SMG, de 9,06 e 8,67 kg/dia, respectivamente. Quanto aos tratamentos contendo cana-de-açúcar hidrolisada e feno de TIFTON 85 o alto teor de FDN encontrado para as dietas (Tabela 2) pode ter implicado em alto tempo de retenção do material no rúmen, pois a degradação potencial da MS foi menor ($p < 0,05$), e a fração insolúvel "c" foi maior ($p < 0,05$) quando comparados ao tratamento SM e SMG (Tabela 7), necessitando maior tempo para sua degradação.

A inclusão de glicerina não alterou o consumo de MS, MO, FDAcp e AMIDO dos tratamentos. Entretanto o consumo de PB foi maior ($p < 0,05$) para o tratamento CH em relação ao CHG e SM em relação à SMG. Apesar do consumo de MS não ter diferido, os tratamentos CH e SM apresentaram 7,2 e 4,5 % a mais de ingestão de MS, em relação ao CHG e SMG, respectivamente, podendo explicar esse maior consumo de PB.

O consumo de FDN foi afetado quando se incluiu glicerina nos tratamentos com silagem de milho, onde SM forneceu maiores valores ($P < 0,05$) em relação à SMG. De acordo com El-Nor et al. (2010) com a inclusão de glicerol, há queda na concentração de DNA de bactérias fibrolíticas, diminuindo a digestibilidade de FDN, conseqüentemente o consumo de MS e FDN.

O consumo de EE foi maior ($P < 0,05$) para os tratamentos sem glicerina, fato esse que pode ser explicado pelo maior teor de EE nessas dietas (Tabela 2). Com a inclusão da glicerina há diminuição de milho nas dietas e, como observado na Tabela 1, o milho possui maior EE que a glicerina (4,07 e 0,50% respectivamente), justificando o maior consumo de EE. Em relação aos CNF a principal fonte quantitativa na dieta é o milho e ao substituir o milho pela glicerina, que não apresenta esses carboidratos em sua composição, ocorre a diminuição no consumo desses nutrientes com a introdução de glicerina. A diminuição do porcentual de CNF do tratamento e conseqüentemente a redução de seu consumo pode reduzir a energia necessária para o adequado crescimento microbiano. Assim, a redução no consumo EE e CNF pode não estar relacionada com a inclusão de glicerina nos tratamentos.

Na Tabela 4 estão apresentados os coeficientes de digestibilidade da MS e MO e dos nutrientes. Os tratamentos contendo silagem de milho apresentaram influência da adição da glicerina, com redução de 19 % na digestibilidade da PB, mostrando inibição das bactérias em degradar as proteínas. El-Nor et al. (2010) observaram que a concentração de DNA de *C. proteoclasticum* foi afetada pela sensibilidade ao glicerol.

Os demais tratamentos apresentaram reduções na digestibilidade da MS, além do FDN e EE (dietas contendo cana-de-açúcar) e FDA (dietas contendo feno de TIFTON 85) com a inclusão da glicerina. Roger et al. (1992) mostraram que o crescimento, adesão e a atividade celulolítica das espécies *R. flavefaciens* e *F. succinogenes* foram inibidos quando se incluiu-se às culturas alta concentração de glicerol, o que pode explicar a diminuição na digestibilidade de fibras nesses tratamentos.

Apesar dos bons resultados de digestibilidade da cana-de-açúcar hidrolisada obtidos nas avaliações feitas por técnicas *in vitro*, os resultados encontrados na

literatura de ensaios de digestibilidade aparente dos nutrientes não vêm repetindo a mesma tendência, como pode ser observada neste trabalho.

Mota et al. (2010) determinaram a digestibilidade *in vitro* da MS, FDN e FDA da cana-de-açúcar hidrolisada (a cana-de-açúcar utilizada foi a IAC 86-2480 e a hidrólise realizada com 0,5% de cal hidratada (mínimo de 95,00% de hidróxido de cálcio) ou cal virgem (mínimo de 90,00% de óxido de cálcio total) e três tempos de armazenamento (12, 36 e 60 horas)), os resultados obtidos foram de 61,27% para MS; 32,26% para FDN; 32,21% para FDA, respectivamente, diferindo dos valores encontrados neste trabalho, 49,45; 39,29 e 28,21, respectivamente (Tabela 4).

Outro fator que pode ter afetado a digestibilidade dos tratamentos com cana-de-açúcar hidrolisada é a idade de crescimento, pois aumenta a quantidade de lignina encontrada neste material, aumentando a rigidez da sua camada externa e impedindo sua digestão. O conteúdo médio de lignina encontrado em variedades de cana-de-açúcar com 12 meses de idade tem sido de 9,97 a 14,10% da FDN Fernandes et al. (2003).

A maior inclusão de farelo de girassol nos tratamentos contendo cana-de-açúcar hidrolisada, em relação aos outros tratamentos, pode ter contribuído para a redução na digestibilidade da MS (Tabela 4). O farelo de girassol é uma ótima fonte proteica, porém apresenta alto teor de fibra (>40 % FDN) e esta é composta por praticamente 30 % de lignina (BONFIM, 2009) que é indigestível. Segundo Garcia et al. (2004), inclusões acima de 20 % de farelo de girassol nas dietas pode causar algum efeito deletério na digestibilidade, o que se atribui ao arranjo complexo da fibra desse ingrediente, além de possuir o ácido clorogênico, fator antinutricional, que pode interferir na degradação microbiana de materiais fibrosos, inibir o crescimento de algumas bactérias ruminais, deprimir a digestão da celulose e proteínas e reduzir a absorção de minerais (HARINDER et al. , 2007).

Tabela 4. Digestibilidade aparente da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (DFDNcp), fibra em detergente ácido corrigida para cinzas e proteína (DFDAcp), extrato etéreo (DEE), carboidratos não fibrosos (DCNF) e amido (DAMIDO) para os tratamentos com diferentes volumosos e adição ou ausência de 10% glicerina na MS das dietas.

Item	Tratamentos							Contrastes				
	CH	CHG	SM	SMG	F	FG	CV	CH × CHG	SM × SMG	F × FG	SM × (F + CH)	F × CH
				%								
DMS	49,45	43,14	67,85	65,69	56,98	54,65	0,34	<,0001	0,1982	<,0001	<,0001	<,0001
DMO	57,45	52,97	69,61	69,04	57,52	55,66	1,50	<,0001	0,5281	0,0021	<,0001	0,0013
DPB	67,07	65,83	75,67	61,19	63,14	61,44	4,35	0,1029	<,0001	0,1689	0,4052	0,0017
DFDNcp	39,29	34,28	58,48	57,82	52,11	51,15	5,47	0,0054	0,7040	0,5223	<,0001	<,0001
DFDAcp	28,21	24,92	41,11	39,01	52,55	43,11	8,65	0,0996	0,2845	<,0001	0,0234	<,0001
DEE	51,77	50,48	89,64	88,61	72,99	72,22	2,52	<,0001	0,3922	0,5763	<,0001	<,0001
DCNF	64,05	65,59	84,14	83,85	69,70	66,33	2,96	0,7377	0,8338	0,0663	<,0001	<,0001
DAMIDO	85,10	85,24	88,24	88,70	85,57	85,84	0,55	0,6689	0,8744	0,3905	<,0001	0,0232

CH= Cana-de-açúcar hidrolisada, CHG= Cana-de-açúcar hidrolisada e glicerina, SM= Silagem de milho, SMG= Silagem de milho e glicerina, F= Feno de Tifton 85, FG= Feno de Tifton 85 e glicerina

Com a inclusão de glicerina os coeficientes de digestibilidade foram reduzidos, quanto à digestibilidade da MS (maior para o tratamento CH em relação ao CHG, e maior para o F em relação ao FG), à PB (maior para SM em relação a SMG), à FDAcp (maior para o F em relação a FG) e à EE (maior para a CH em relação a CHG). Com a substituição parcial do milho pela glicerina ocorre redução de substrato energético para a continuidade da degradação das fibras, pois o glicerol é fermentado mais rapidamente no rúmen que o milho podendo ocorrer a falta de substrato energético (ØRSKOV, 2000; VALADARES FILHO et al., 2000; MERTENS, 2001), além da diminuição de substrato para as bactérias fibrolíticas, visto que a glicerina não possui parede celular.

A glicerina possui em sua composição sais (6 %) e álcool (0,01 %) e talvez estes reduzam a ação e o crescimento dos microrganismos ruminais, principalmente os celulolíticos. Fávaro (2010) analisando inclusões de 0, 5, 10, 15 e 20 % de glicerina na MS da dieta de bovinos de corte observou reduções na produção e composição das bactérias associadas ao líquido ruminal com o aumento da inclusão de glicerina nas dietas.

5.2. Degradabilidade dos nutrientes dos volumosos

Na tabela 5 estão apresentadas as frações solúvel (a), fração insolúvel potencialmente degradável (b), fração insolúvel (c), taxa de passagem (KD%/h), degradabilidade potencial (DP) e degradabilidade efetiva (DE) dos volumosos.

Os alimentos volumosos, principalmente aqueles de origem tropical, apresentam grande variação em sua composição e na taxa de degradação de seus componentes, conforme a espécie forrageira, idade da planta, época do ano, adubação do solo e manejo empregado (VAN SOEST et al., 1991; VAN SOEST, 1994).

Os parâmetros analisados da equação de degradabilidade para MS (Tabela 5) constataram que a cana-de-açúcar hidrolisada e a silagem de milho apresentaram maior fração prontamente degradável no rúmen “a” em relação ao feno de TIFTON 85. Provavelmente esta diferença está em função da maior fração de FDN do feno de TIFTON 85 em relação à cana-de-açúcar hidrolisada e a silagem de milho (TABELA 2). Trabalhos na literatura vêm demonstrando que o tratamento químico ou físico da cana-

de-açúcar e seus resíduos (SCHMIDT et al., 2007) melhoram os parâmetros ruminais de degradação, justificando sua proximidade da fração “a” com da silagem de milho. Franzolin e Franzolin (2000) atribuíram os altos valores de fração solúvel da cana-de-açúcar (46,82 % da fração “a”) à grande concentração de açúcar solúvel (sacarose) no conteúdo celular, prontamente disponível para a fermentação microbiana.

Entretanto a fração “b” da MS da cana foi significativamente a menor encontrada em relação aos outros tratamentos, justificando a diferença significativa no consumo dos diferentes volumosos (TABELA 3), onde se observa que a cana-de-açúcar apresenta menor consumo de MS em relação a silagem de milho e ao feno de TIFTON 85.

Os tratamentos contendo silagem de milho e cana-de-açúcar hidrolisada apresentaram valores significativamente melhores ($p < 0,05$) em relação à fração insolúvel “c” da MS, ou seja, registraram os menores valores, com melhor aproveitamento das frações solúveis “a” e “b” e conseqüentemente melhor crescimento microbiano. Provavelmente, esse fato é devido à grande parte da fração “a”, representada por compostos nitrogenados não proteicos (CABRAL et al., 2002, 2003). Os valores encontrados para as frações “a” e “b” da MS, para a SM (31,77 e 47,65 %) e para a SMG (33,85 e 44,21 %), estão próximos aos valores encontrados por Cabral et al. (2005) de 39,20 e 42,70%.

Valadares Filho et al. (2001) encontraram valores de 17,67 e 53,36 %, respectivamente, para as frações “a” e “b” da MS para o feno de TIFTON 85, os quais estão próximos aos valores apresentados neste trabalho (16,90 e 62,58 % para F e 17,09 e 61,51 % para FG).

Segundo Aroeira et al. (1996), devido às semelhanças entre a digestibilidade da MS e MO com a energia disponível, a degradabilidade efetiva da MS pode ser considerada como a energia digerida no rúmen. Portanto a ingestão da cana-de-açúcar e de silagem de milho proporcionaria maior energia disponível aos microrganismos do rúmen em relação ao feno de TIFTON 85.

Tabela 5. Fração solúvel (a), fração insolúvel potencialmente degradável (b), fração insolúvel (c), taxa de passagem (kd%/h), degradabilidade potencial (DP) e degradabilidade efetiva (DE) da MS dos volumosos.

Item	a	b	c	kd	DP	DE 2%/h	DE 5%/h	DE 8%/h
	%							
CH	44,84A	31,67C	23,47BC	2,33A	73,34BC	60,72A	54,28A	51,58A
CHG	46,32A	26,97C	26,70AB	2,48A	72,06C	61,09A	55,29A	52,78A
SM	41,28B	38,73B	19,97BC	2,73A	79,10AB	63,46A	54,85A	51,06A
SMG	42,14B	39,21B	18,64C	2,44A	79,86A	63,32A	54,73A	51,11A
F	16,35C	53,10A	30,54A	2,54A	68,01C	46,05B	34,25B	29,17B
FG	16,46C	51,95A	31,58A	3,04A	67,67C	47,66B	36,00B	30,69B
CV(%)	1,65	9,59	14,77	16,79	4,76	3,73	3,11	2,66
Contrastes								
CH × CHG	0,1002	0,0478	0,1483	0,5650	0,5336	0,7647	0,2585	0,0929
SM × SMG	0,0638	0,8322	0,5551	0,3224	0,5386	0,8001	0,7992	0,6628
F × FG	0,7562	0,6132	0,6326	0,0638	0,8694	0,2058	0,0577	0,0376

Médias seguidas por mesma letra, maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey 5%.

a= fração solúvel; b= fração insolúvel potencialmente degradável; c= fração insolúvel ; kd= taxa de degradação (%/h); DP= degradabilidade potencial; DE 2 %/h= degradabilidade efetiva (k=0,02); DE 5 %/h= degradabilidade efetiva (k=0,05); DE 8 %/h= degradabilidade efetiva (k=0,08); CV(%): Coeficiente de variação; CH= Cana-de-açúcar hidrolisada, CHG= Cana-de-açúcar hidrolisada e glicerina, SM= Silagem de milho, SMG= Silagem de milho e glicerina, F= Feno de Tifton 85, FG= Feno de Tifton 85 e glicerina.

O feno de TIFTON 85 apresentou degradabilidade potencial (DP) da MS de 68,01 (F) e 67,67% (FG) e degradabilidade efetiva (DE) de 34,25 e 29,17 % (F), 36,00 e 30,69% (FG) respectivamente, para taxas de passagem de 5 e 8 %/h. Esses valores estão próximos aos registrados por JOBIM et al. (2011), onde encontrou para o feno de TIFTON 85 DP da MS de 70,34 % e DE de 36,57% e 30,60%, respectivamente, para taxas de passagem de 5 e 8 %/h. De acordo com Deschamps (1994), existe correlação negativa entre os teores de fibra em detergente ácido com a degradabilidade potencial e degradabilidade efetiva da MS das forragens. No presente estudo a DE da MS da CH, CHG e SM, SMG, a 2,5 e 8 %/ h, foram maiores que a DE dos tratamentos F e FG e estes apresentaram maiores teores de FDA em relação aos outros tratamentos, concordando com o autor citado anteriormente.

As degradabilidades médias da MS estimadas com a taxa de passagem de 2 %/h, de 60,72 % para CH e 61,09 % para CHG, foram semelhantes àquelas observadas por Franzolin e Franzolin (2000) que encontraram valores médios para cana-de-açúcar *in natura* de 63,1 %. As porcentagens observadas da fração potencialmente degradável de 77,82 % foram também semelhantes às obtidas no presente trabalho (72,70 %, em média).

Teoricamente a fração “a” da FDN deveria ser próxima a zero, por ser rapidamente solúvel no rúmen no tempo zero de incubação. Contudo, os valores médios observados para a fração “a” da FDN para os tratamentos CH, CHG, SM, SMG, F e FG foram respectivamente de 1,55; 1,90; 1,86; 1,65; 0,48 e 0,23 % (Tabela 6). Esses valores observados podem ser atribuídos à perda de partículas durante a lavagem dos saquinhos de incubação, sendo essas partículas contabilizadas na estimativa dessa fração ou à fração de fibra solúvel em detergente neutro das amostras. Valores mais elevados para fração “a” da FDN e FDA foram observados por Schmidt et al (2007) na ensilagem de cana-de-açúcar, obtendo valores para de fração “a” da FDN e FDA, respectivamente, de 8,45 e 6,75 %, porém utilizando água para a lavagem dos saquinhos.

Na TABELA 6 encontram-se os valores de degradabilidade da FDN dos volumosos.

Tabela 6. Fração solúvel (a), fração insolúvel potencialmente degradável (b), fração insolúvel (c), taxa de passagem (kd%/h), degradabilidade potencial (DP) e degradabilidade efetiva (DE) da FDN dos volumosos.

Item	a	b	c	kd	DP	DE 2%/h	DE 5%/h	DE 8%/h
	%							
CH	1.55 A	55.65 B	42.79 A	2.35 A	54.49 A	31.32 A	19.30 A	14.22 A
CHG	1.90 A	58.27 AB	39.82 AB	1.86 A	55.95 A	30.03 A	17.81 A	13.00 A
SM	1.86 A	67.26 A	30.87 B	2.42 A	66.57 A	38.26 A	23.54 A	17.31 A
SMG	1.65 A	69.58 A	28.75 B	1.91 A	63.65 A	34.13 A	20.21 A	14.70 A
F	0.48 B	64.34 AB	35.17 AB	2.16 A	61.14 A	33.65 A	19.88 A	14.20 A
FG	0.23 B	60.35 AB	39.41 AB	2.18 A	57.37 A	31.40 A	18.43 A	13.09 A
CV(%)	9.54	10.06	17.43	29.27	13.77	20.60	24.99	26.31
	Contrastes							
CH × CHG	0.8448	0.4796	0.4246	0.1941	0.7614	0.7478	0.6091	0.5842
SM × SMG	0.5293	0.2791	0.3028	0.1867	0.7747	0.4283	0.3545	0.3362
F × FG	0.6767	0.2853	0.2574	0.9581	0.4378	0.5747	0.6181	0.6175

Médias seguidas por mesma letra, maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey 5%.

a= fração solúvel; b= fração insolúvel potencialmente degradável; c= fração insolúvel ; kd= taxa de degradação (%/h); DP= degradabilidade potencial; DE 2 %/h= degradabilidade efetiva (k=0,02); DE 5 %/h= degradabilidade efetiva (k=0,05); DE 8 %/h= degradabilidade efetiva (k=0,08); CV(%): Coeficiente de variação; CH= Cana-de-açúcar hidrolisada, CHG= Cana-de-açúcar hidrolisada e glicerina, SM= Silagem de milho, SMG= Silagem de milho e glicerina, F= Feno de Tifton 85, FG= Feno de Tifton 85 e glicerina.

Itavo et al. (2002) determinaram as frações que constituem os carboidratos totais e a cinética de degradação ruminal da FDN de alguns alimentos, entre eles o feno de TIFTON 85. Este volumoso apresentou 30,12 % de degradabilidade efetiva da FDN, para taxa de passagem de 3 %/h. Tal resultado foi semelhante aos apresentados na TABELA 6, na qual as degradabilidades efetivas para os volumosos F e FG em uma taxa de passagem de 2 %/hora, foram 33,65 e 31,40 %, respectivamente.

Para os valores das frações degradadas no rúmen da PB dos volumosos ocorreu diferença significativa ($p < 0,05$) entre os volumosos, onde os tratamentos SM e SMG forneceram maiores valores para a fração “a”, seguidos pelo F e FG e com resultados menores os tratamentos C e CHG (Tabela 7). Provavelmente, os altos valores da fração “a” das silagens, possam ser atribuídos à hidrólise de frações de proteína durante o processo de ensilagem, causando aumento na fração do nitrogênio não-protéico proveniente da proteína verdadeira (MARTINS et al., 1999). De acordo com Santos (2006 a) a fração “a” (nitrogênio não protéico) que é instantaneamente solubilizada no rúmen juntamente com a fração “b”, que é proteína verdadeira potencialmente degradável no rúmen, dão origem a peptídeos, aminoácidos e amônia, os quais são utilizadas pelos micro-organismos ruminais para a síntese de proteína microbiana. Em relação à fração insolúvel “c” houve diferença entre os tratamentos ($p < 0,05$), onde a CH e CHG apresentaram maiores valores. Os volumosos dos tratamentos F, FG, SM e SMG apresentaram os menores valores de proteína insolúvel no rúmen “c”, indicando que estes tratamentos fornecem fontes protéicas mais degradáveis no rúmen para um melhor desempenho microbiano.

Os resultados de degradabilidade da PB dos volumosos estão apresentados na TABELA 7.

Tabela 7. Fração solúvel (a), fração insolúvel potencialmente degradável (b), fração insolúvel (c), taxa de passagem (kd%/h), degradabilidade potencial (DP) e degradabilidade efetiva (DE) da PB dos volumosos.

Item	a	b	c	kd	DP	DE 2%/h	DE 5%/h	DE 8%/h
	%							
CH	16.77 C	48.57 A	34.65 A	1.77 A	59.16 B	38.40 C	28.89 C	25.21 D
CHG	18.65 C	48.70 A	32.63 A	2.01 A	62.33 B	42.07 C	32.22 C	28.23 D
SM	46.77 A	36.96 C	16.27 B	2.56 A	82.48 A	67.38 A	59.26 A	55.74 A
SMG	47.88 A	38.10 AB	14.01 B	2.33 A	84.38 A	68.20 A	59.90 A	56.42 A
F	33.77 B	48.41 A	17.82 B	1.69 A	77.60 A	55.79 B	45.93 B	42.17 C
FG	35.77 B	48.24 A	15.99 B	2.42 A	81.36 A	61.36 AB	51.04 B	46.68 B
CV(%)	5.89	13.77	28.20	27.92	6.87	7.67	6.84	5.73
	Contrastes							
CH × CHG	0.0783	0.9713	0.5777	0.4917	0.2965	0.1518	0.0833	0.0441
SM × SMG	0.6925	0.9517	0.7263	0.3941	0.8087	0.9670	0.9935	0.9019
F × FG	0.6311	0.9627	0.6132	0.0465	0.2178	0.0350	0.0111	0.0044

Médias seguidas por mesma letra, maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey 5%.

a= fração solúvel; b= fração insolúvel potencialmente degradável; c= fração insolúvel ; kd= taxa de degradação (%/h); DP= degradabilidade potencial; DE 2 %/h= degradabilidade efetiva (k=0,02); DE 5 %/h= degradabilidade efetiva (k=0,05); DE 8 %/h= degradabilidade efetiva (k=0,08); CV(%): Coeficiente de variação; CH= Cana-de-açúcar hidrolisada, CHG= Cana-de-açúcar hidrolisada e glicerina, SM= Silagem de milho, SMG= Silagem de milho e glicerina, F= Feno de Tifton 85, FG= Feno de Tifton 85 e glicerina.

Os resultados obtidos quanto à cinética de degradabilidade da PB dos tratamentos contendo silagem de milho estão semelhantes aos encontrados por JOBIM et al. (2011), que registraram valores de 46,85 % para a fração “a” e 35,13 % para a fração “b”. Porém, Von Keyserlingk et al. (1996) registraram valores variando entre 44,08 a 75,37 % para a fração “a” e 10,89 a 45,28 % para a fração “b” da PB, que evidenciam variabilidade de resultados para a cinética de degradação da fração protéica da silagem de milho.

As degradabilidades potencial e efetiva ($k_d = 5$ e $8\%/h$) da PB da SM mostraram superioridade ($P < 0,05$) em comparação às do F e FG, e estes para com os tratamentos CH e CHG (Tabela 7). Diante das altas DP e DE da PB do feno e da silagem, associado aos seus altos teores de PB (TABELA 2), supõe-se haver melhor sincronismo entre as taxas de degradação da proteína e dos carboidratos, em relação a cana-de-açúcar, com melhor aproveitamento do nitrogênio ruminal pelas bactérias.

5.3. Valores de pH e concentração de nitrogênio amoniacal ruminal

Os valores de pH para os tratamentos CH e CHG não diferiram entre os horários de coleta. Admite-se que esse comportamento seja devido ao cálcio adicionado através da hidrólise agindo como um tampão ruminal. Para o tratamento SMG houve redução do pH 2 horas e SM 4 horas após a alimentação, talvez devido ao desaparecimento do glicerol, que ocorre no rúmen até 4 horas, aumentando a produção de propionato (DONKIN, 2008). Para o tratamento F houve diminuição nos valores de pH nos horários 1, 2, 4 e 6 horas em relação ao tempo zero, enquanto que no tratamento FG, nos horários 0 e 2.

Os valores de pH encontrados neste trabalho ficaram acima do valor mínimo de 6,2, tido como limite para a adequada fermentação da fibra (VAN SOEST, 1994), com exceção do tratamento F hora 1 e do tratamento SMG na hora 2 após a alimentação, provavelmente devido ao processo de fermentação e conseqüente aumento na produção dos ácidos graxos de cadeia curta e lactato (DONKIN, 2008), contudo esses valores de pH não foram os responsáveis pela redução da digestibilidade da MS do tratamento F em relação ao FG.

Na Tabela 8 estão apresentados os valores de pH obtidos nos tempos de colheita -1, 0, 1, 2, 4 e 8 horas após a alimentação. O tempo 0 (zero) corresponde à amostra colhida imediatamente antes da primeira refeição (8h). Foram detectados efeitos da interação tempo x tratamento ($p < 0,05$).

Tabela 8. Médias dos valores de pH do líquido ruminal em função dos tempos de colheita após a alimentação.

Item	Tempo de colheita (horas)						
	-1	0	1	2	4	6	8
	pH						
CH	6,58 Ba	6,89 Aa	6,72 Aa	6,80 Aa	6,91 Aa	6,86 Aa	6,72 Aa
CHG	6,99 Aa	6,80 Aa	6,90 Aa	7,01 Aa	7,13 Aa	6,50 Ba	6,78 Aa
SM	6,64 Ba	6,67 Aa	6,82 Aa	6,87 Aa	6,31 Cb	6,57 Bb	6,61 Aab
SMG	6,57 Ba	6,70 Aa	6,70 Aa	6,11 Cc	6,47 BCab	6,54 Bab	6,28Bbc
F	6,22 Bb	6,75 Aa	6,18 Bb	6,48 Bb	6,50 BCab	6,24 Cb	6,62 Aa
FG	6,78 Aab	6,31 Bc	6,66 Aab	6,55 Babc	6,61 Bab	6,72 ABab	6,88 Aa
CV(%)	3,85						

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). CV(%): Coeficiente de variação; CH= Cana-de-açúcar hidrolisada, CHG= Cana-de-açúcar hidrolisada e glicerina, SM= Silagem de milho, SMG= Silagem de milho e glicerina, F= Feno de Tifton 85, FG= Feno de Tifton 85 e glicerina.

O pH não sofreu grandes alterações durante o período de colheita podendo ser esse fato decorrente da alta quantidade de volumoso contida nas dietas (50 % na MS das dietas) e dos diferentes tipos de fibra contida nesses volumosos (HARFOOT, 1981; HOOVER e STOKES, 1991). Ruminantes alimentados com dietas contendo altas proporções de fibra têm a taxa de ruminação e salivação aumentadas. A saliva além de neutralizar os ácidos graxos de cadeia curta devido ao seu poder tamponante, também proporciona aumento na taxa de passagem da fase líquida do rúmen. Com isso, os ácidos graxos são removidos do rúmen para o omaso e abomaso continuamente, não permitindo grandes alterações no ambiente ruminal em relação ao pH (FURLAN et al. 2006; SANTOS, 2006 b).

Campos e Borges (2007) concluíram que, em dietas com predomínio de forragens, o pH do fluido ruminal situa-se em torno de 7,0, enquanto dietas baseadas

em concentrados resultam em valores de 5,5 a 6,5. A Figura 1 apresenta as variações de pH no conteúdo ruminal durante as colheitas em gráfico.



Figura 1. Variação de pH no conteúdo ruminal, por tratamento, em função do horário de colheita.

Na Tabela 9 encontram-se os valores de concentração de amônia ruminal (mg/dL) em função dos tempos de colheitas -1, 0, 1, 2, 4, 6 e 8 horas após a alimentação. Foram encontrados efeitos de interação entre os tratamentos e horários de colheitas e diferença entre os tratamentos ($p < 0,05$), representado na Tabela 9. Na FIGURA 2 observa-se em gráfico esses valores.

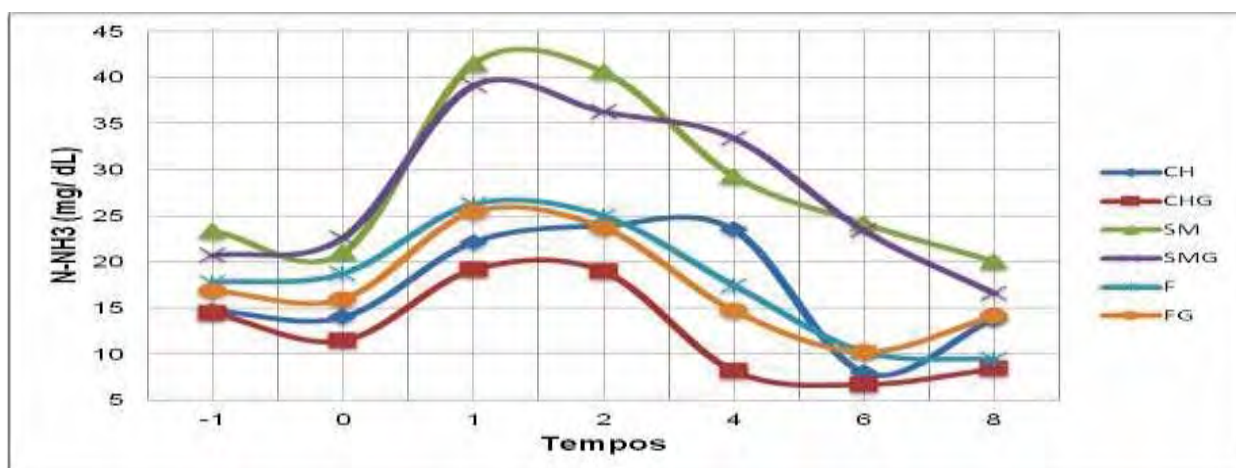


Figura 2. Variação da concentração de N-NH₃ no conteúdo ruminal, por tratamento, em função do horário de colheita.

Tabela 9. Médias dos valores de nitrogênio amoniacal do líquido ruminal em função dos tempos de colheita.

Item	Tempo de colheita (horas)						
	-1	0	1	2	4	6	8
	mg/dL						
CH	14,71 Ca	14,00 Cab	22,14 BCa	23,92 Ba	23,47 Aa	7,98 Bb	13,82 Bab
CHG	14,47 Ca	11,47 Cab	19,17 Ca	18,97 Ba	8,18 Bab	6,71 Bb	8,40 Cab
SM	23,36 Ab	21,01 ABb	41,49 Aa	40,59 Aa	29,30 Aab	24,14 Ab	20,07 Ab
SMG	20,68 ABb	22,63 Ab	39,11 Aa	36,28 Aa	33,41 Aa	23,38 Ab	16,59ABb
F	17,77 Bbc	18,72 ABa	26,22 Ba	24,95 Ba	17,43 Bab	10,25 Bc	9,43 Cc
FG	16,84 BCa	15,96 BCa	25,42 BCa	23,67 Ba	14,67 Bab	10,21 Bb	14,10 Aab
CV(%)	31,20						

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$). CV(%): Coeficiente de variação; CH= Cana-de-açúcar hidrolisada, CHG= Cana-de-açúcar hidrolisada e glicerina, SM= Silagem de milho, SMG= Silagem de milho e glicerina, F= Feno de Tifton 85, FG= Feno de Tifton 85 e glicerina.

Verificou-se, em todos os tratamentos e colheitas, que a concentração de amônia ruminal ficou acima de 5 mg/dL (SATTER & SLYTER, 1974), considerada como mínima para adequada fermentação ruminal. Van Soest (1994) considera o valor de 10mg de N-NH₃/dL, porém relata que esse valor é variável e depende da capacidade de síntese de proteína microbiana, disponibilidade de substrato e taxa de fermentação dos carboidratos.

Os picos de concentração N-NH₃, durante todos os tratamentos ocorreram entre 1 e 2 horas após a alimentação, com posterior queda, fato também observado por Fontes (2005). Os maiores picos foram encontrados nos tratamentos SM e SMG, provavelmente porque nesses tratamentos ocorreram os maiores consumos de PB (Tabela 3) e melhor digestibilidade de grande parte dos nutrientes quando comparada as dietas contendo cana-de-açúcar hidrolisada e feno de TIFTON 85.

5.4. Produção de metano e gás carbônico pelas dietas

Na Tabela 10 estão apresentadas as produções de gases CH₄ e CO₂ (mL/g MS) pelas dietas totais em 12 horas de incubação *in vitro*. Não foram verificados efeitos significativos na interação dieta × glicerina ($p>0,05$). A inclusão de glicerina não influenciou a produção de metano, porém na ausência de glicerina a produção de CO₂ (mL/g de MS) foi maior ($p<0,05$).

A intensidade de gases produzidos está ligada à fermentação ruminal, que é dependente do tipo de animal, consumo de nutrientes e digestibilidade da dieta. Neste trabalho não foi verificada alteração no CH₄ produzido, mas sim no CO₂, podendo ser o acúmulo de CO₂ devido à menor atividade metanogênica. As degradabilidades da MS e FDN não diferiram entre os volumosos, contudo a digestibilidade das dietas contendo cana-de-açúcar hidrolisada foi inferior em relação aos outros tratamentos, seguidos pelos tratamentos contendo feno, assim como as maiores porcentagens de fração insolúvel “c” foram encontradas nos respectivos tratamentos, demonstrando que talvez o tempo de 12 horas de incubação para mensuração dos gases pode não ter sido suficiente para promover a degradação das fontes volumosas.

Segundo Lascano et al. (2010) forragem de maior degradabilidade ruminal, além de trazer benefícios nutricionais aos bovinos, pode reduzir a formação de metano. Como pode ser observada na Tabela 6, a degradabilidade efetiva do FDN dos volumosos não apresentaram diferenças significativas ($p>0,05$), conseqüentemente não apresentando diferenças nas produções de CH₄.

Tabela 10. Médias das produções de gases CH₄ e CO₂ *in vitro* dos tratamentos.

Tratamentos	CH ₄	CO ₂
	mL/g MS	
CH	11,04	44,42
SM	8,39	34,62
F	8,79	29,81
Glicerina		
Ausência	10,11 A	39,10 A
Presença	8,76 A	33,22 B
CV (%)	26,02	20,37

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem pelo teste Tukey ($p<0,05$); CV% = coeficiente de variação; CH= Tratamento com cana-hidrolisada, SM= Tratamento com silagem, F= Tratamento com feno.

Van Dorland et al. (2007) utilizando câmaras de medição de gases não detectaram diferenças nas emissões de CO_2 entre as dietas com diferentes volumosos para vacas leiteiras, encontrando valor médio de 353 litros de CO_2 por kg de MS consumida/ dia. Neste trabalho houve diferenças ($p < 0,05$) entre as produções de CO_2 das dietas, sendo que as dietas contendo cana-de-açúcar hidrolisada e feno de Tifton 85 obtiveram os maiores valores (387,66 e 336,80 litros de CO_2 por kg/dia de MS consumida, respectivamente). Quando se incluiu a glicerina às dietas não houve diferenças significativas ($p > 0,05$) para a produção de metano, contudo a produção de gás carbônico foi reduzida.

Na FIGURA 3 está apresentada a produção de CH_4 e CO_2 (mL/ g de MS) dos tratamentos na ausência (A) ou presença (P) de glicerina após 12 horas de incubação.

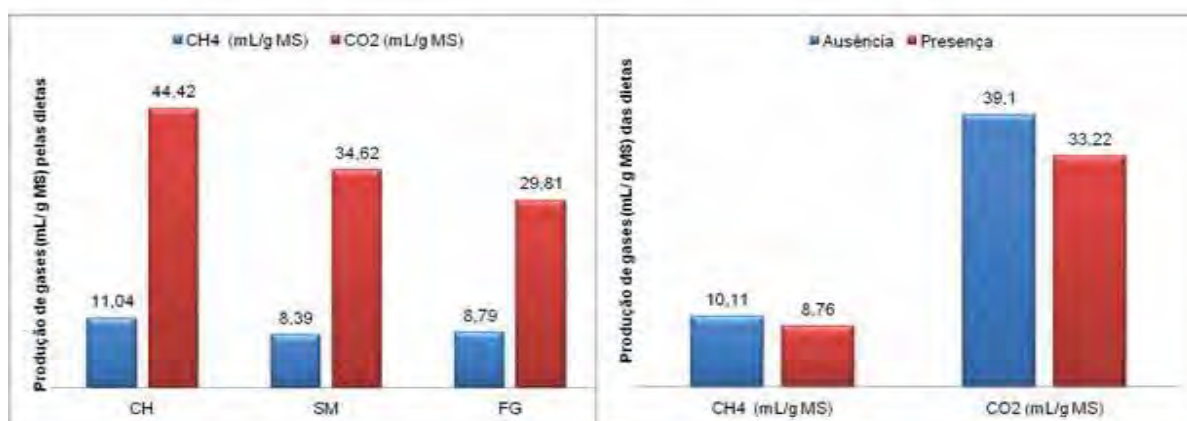


Figura 3. Produção de CH_4 e CO_2 (mL/ g de MS) dos tratamentos e produção de CH_4 e CO_2 (mL/ g de MS) dos tratamentos na ausência (A) ou presença (P) de glicerina.

Gastaldi (2003), utilizando seis rações com diferentes relações volumoso e concentrado (70:30, 50:50 ou 30:70) e diferentes volumosos, de melhor valor nutricional (76,4% de FDN e 43,6% de FDA) e outro de pior qualidade nutricional (81,9% de FDN e 47,9% de FDA), concluiu que as rações com maiores porcentagens de volumoso apresentaram tendências de menores produções de CH_4 e que quanto pior a qualidade do volumoso maior é a produção de CH_4 .

6. CONCLUSÕES

Considerando os resultados obtidos a glicerina pode ser utilizada como ingrediente energético na dieta de bovinos de corte, em 10% da matéria seca das dietas e utilizando quaisquer dos volumosos estudados.

A inclusão de glicerina, em substituição a ingredientes energéticos, reduz o consumo de extrato etéreo e carboidratos não fibrosos, pelo fato de não possuir estes nutrientes, embora não altere o consumo de matéria seca.

A digestibilidade da matéria seca e matéria orgânica foram reduzidas pela introdução da glicerina apenas em dietas onde foi também reduzida a digestão da fibra.

A cinética de degradabilidade ruminal da matéria seca, fibra em detergente neutro e proteína bruta dos volumosos não são alteradas com a inclusão de glicerina.

Os valores de pH e de nitrogênio amoniacal permanecem adequados à normalidade da fermentação ruminal com a introdução ou não de glicerina.

Com a inclusão de glicerina nas dietas a produção gás carbônico é reduzida e a produção de gás metano não é alterada.

7. IMPLICAÇÕES

O uso de alimentos alternativos na produção animal vem crescendo e as perspectivas são ótimas. Quando esses ingredientes proporcionam redução nos custos de produção sem causar danos ao desempenho animal, com certeza será o novo milagre da nutrição. Contudo deve-se levar em consideração o processo de produção, as especificações e a composição bromatológica desse subproduto. A glicerina, por exemplo, só deve ser utilizada se advinda de óleos vegetais apropriados para a alimentação animal e não deve conter quantidades elevadas de contaminantes que possam causar toxidez aos animais.

A glicerina além de ser um ingrediente energético é um agregador de partículas da ração por apresentar forma líquida em temperatura ambiente, devendo ser misturada a ração de forma homogênea para evitar a formação de “grumos” que poderão ser selecionados pelos animais no cocho.

Estudos envolvendo alternativas para a nutrição animal devem contribuir para o desenvolvimento de grandes e pequenos produtores. O uso frequente de alguns volumosos específicos nos estudos tem restringido o uso e a expansão dos conhecimentos advindos da pesquisa para os pequenos produtores que não em a oferta ou a possibilidade de utilizar alimentos considerados mais onerosos na produção. Muitos pecuaristas utilizam cana-de-açúcar, por exemplo, como principal volumoso e este deve ser melhor explorado em dietas que utilizam subprodutos, pois o custo final poderá compensar o seu uso.

8. REFERÊNCIAS

ABDALLA, A. L.; SILVA FILHO, J. C.; GODOI, A. R.; CARMO, C. A.; EDUARDO, J. L. P. Utilização de subprodutos da indústria do biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. esp., supl., p. 260-268, 2008. ISSN 1806-9290. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982008001300030>.

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **O Biodiesel Obrigatório.** Disponível em: <http://www.anp.gov.br/?pg=46827&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1332436377294>. Acesso em: 22 mar. 2012.

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis.** 16. ed. Arlington, 102 p, 1995.

AROEIRA, L. J. M.; LOPEZ, F. C. F.; DAYRELL, M. S. Degradabilidade de alguns alimentos no rúmen de vacas holandês/ zebu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 25, n. 6, p. 1178- 1186, 1996.

BONFIM, M. A.; SILVA, C. M. M.; SANTOS, S. F. Potencialidades da utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de caprinos e ovinos. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 3, n. 4, p. 15- 26, 2009.

CABRAL, L. S.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J. T.; PEREIRA, O. G.; NUNES, P. M. M.; VELOSO, R. G.; PEREIRA, E. S. Cinética ruminal das frações de carboidratos, produção de gás, digestibilidade *in vitro* da matéria seca e NDT estimado da silagem de milho com diferentes proporções de grãos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 2332-2339, 2002.

CABRAL, L. S.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J. T.; PEREIRA, O. G.; NUNES, P. M. M.; VELOSO, R. G.; PEREIRA, E. S. Composição químico-bromatológica, produção de gás, digestibilidade *in vitro* da matéria seca e NDT

estimado da silagem de sorgo com diferentes proporções de panículas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 32, p. 1250-1258, 2003.

CABRAL, L. S.; VALADARES FILHO, S. C.; ZERVOUDAKIS, J. T.; SOUZA, A. L.; DERMANN, E. Degradabilidade *in situ* da matéria seca, da proteína bruta e da fibra de alguns alimentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 8, p. 777-781, 2005.

CAMPOS, W. E; BORGES, A. L. C. C.; SATURNINO, H. M.; SILVA, R. R.; SALIBA, E. O. S.; RODRÍGUEZ, N. M.; SOUSA, B. M.; ROGÉRIO, M. C. P.; Digestibilidade da proteína de alimentos utilizados na alimentação de ruminantes pelo método das três etapas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 8, n. 4, p. 295-302, 2007.

CASALI, A. O.; DETMANN, E.; VALADERES FILHO, S. C.; PEREIRA, J. C.; HENRIQUES, L. T.; FREITAS, S. G.; PAULINO, M. F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 37, n. 2, p. 335- 342, 2008.

CAVALCANTE, A. B.; PEREIRA, O. G.; VALADARES FILHO, S. C.; RIBEIRO, K. G.; CHIZZOTTI, F. H. M.; PEREIRA, D. H.; Níveis de Proteína Bruta em Dietas para Bovinos de Corte: Consumo e digestibilidades Total e Parcial dos Nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 34, n. 6, p. 2200- 2208, 2005. Suplemento.

CERRATE, S.; YAN, F.; WANG, Z.; COTO, C.; SACAKLI, P.; WALDROUP, P.W. Evaluation of glycerine from biodiesel production as a feed ingredient for broilers. **International Journal of Poultry Science**, Faisalabad, v. 5, n.11, p. 1001-1007, 2006.

DEMINICIS, B.B.;VIEIRA, H.D.;JARDIM, J.G.; ARAÚJO, S.A.C.; CHAMBELA NETO, A.; OLIVEIRA, V C.; LIMA, E.S. Silagem de milho – Características agronômicas e

considerações. **REDVET: Revista Eletrônica de veterinária**. Vol.10, nº 7, 2009. Disponível em: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020209/020902.pdf>.

DESCHAMPS, F. C. Degradabilidade ruminal da matéria seca e da proteína de alguns alimentos utilizáveis na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 23, n. 6, p. 896- 908, 1994.

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

ABO EL-NOR, S.; ABUGHAZALEH, A.A.; POTU, R.B.; HASTINGS, D.; KHATTAB, M. S. A. Effects of differing levels of glycerol on rumen fermentation and bacteria. **Animal Feed Science and Technology**, v. 162, n. 3- 4, 2010. Disponível em: doi:10.1016/j.anifeedsci.2010.09.012.

FÁVARO, V. R. **Utilização de glicerina, subproduto do biodiesel, na alimentação de bovinos**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). 2010. 48 f. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2010.

FERNANDES, A.M.; QUEIROZ, A.C.; PEREIRA, J.C. ; LANA, R.P. ; BARBOSA, M.H.P. ; FONSECA, D.M. ; DETMANN, E. ; CABRAL, L.S. ; PEREIRA, E.S. ; VITTORI, A. Composição químico-bromatológica de cana-de-açúcar (*Saccharum spp L.*) com diferentes ciclos de produção (precoce e intermediário) em três idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v.32, n.4, p.977-985, 2003.

FONTES, N.A. **Milho, casca de soja e polpa cítrica associados ao farelo de girassol ou uréia em dietas para bovinos**. 2005. 60 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

FRANZOLIN, R.; FRANZOLIN, M.H.T. População protozoários ciliados e degradabilidade ruminal em búfalos e bovinos zebuínos sob dieta à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 29, n. 6, p. 1853- 1861, 2000.

FREITAS, A. W. P. ; ROCHA, F. C. ; ZONTA, A. ; FAGUNDES, J. L.; FONSECA, R. F.; ZONTA, M. C. M. Desempenho de novilhos recebendo dietas à base de cana-de-açúcar *in natura* ou hidrolisada. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 40, n. 11, p. 2532-2537, 2011.

FURLAN, R. L.; MACARI, M.; FARIA FILHO, D. E. Anatomia e Fisiologia do trato gastrointestinal. In: Berchielli, T.T.; Pires A.V.; Oliveira, S.G. (Ed) **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. p.1-21.

GARCIA, J.A.; VIEIRA, P.F.; CECON, P.R.; MELO, G. M. P.; MARTINS, A. S.; SETTI, M. C. Digestibilidade aparente do farelo de girassol na alimentação de bovinos leiteiros em fase de crescimento. **Ciência Animal Brasileira**. Rio de Janeiro, v.5, n.3, p.123-129, 2004.

GASTALDI, K.A. **Produção *in vitro* de metano, dióxido de carbono e oxigênio utilizando líquido ruminal de bovinos alimentados com diferentes rações**. 2003. 104 f. Tese (Doutorado em Produção Animal). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

GUYTON, A.C. **Tratado de fisiologia médica**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2002. 1264 p.

HARFOOT, C.G. Anatomy physiology and microbiology of the ruminant digestive tract. In: CHRISTIE, W.W. (Ed.) **Lipid metabolism in ruminant animals**. New York: Pergamon. 1981, 1 ed. 452p.

HENDRIX, D.L.. Rapid extraction and analysis of nonstructural carbohydrates in plant tissues. **Crop Science**, Madinson, USA. v.33, n. 6, p. 1306-1311, 1993.

HILL,G.M.; GATES, R.N.; BURTON,G.W. Forage quality and grazing steer performance from TIFTON 85 and TIFTON 68 Bermuda grass pastures. **Journal of Animal Science**. Champaign, v. 71, n. 12, p. 3.219 – 3.225, 1993.

HOOVER, W.H., STOKES, S.R. Balancing carbohydrate and proteins for optimum rumen microbial yield. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n.10, p. 3630-3644, 1991.

ÍTAVO, L. C. V.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, F. F.; VALADARES, R. F. D.; CECON, P. R.; ÍTAVO, C. C. B. F.; MORAES, E. H. B. K.; PAULINO, P. V. R. Consumo, degradabilidade ruminal e digestibilidade aparente de fenos de gramíneas do gênero *Cynodon* e rações concentradas utilizando indicadores internos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 31, n. 2, p. 1024-1032, 2002.

IUPAC. International Union of Pure and Applied Chemistry. **A guide to IUPAC nomenclature of organic compounds – recommendations**, North Carolina, 1993.

JOBIM, C.C. ; FERREIRA, G.A. ; BUMBIERIS, V.H.J ; JUNIOR, M.C. ; SANTOS, G.T. Cinética de degradação ruminal dos fenos de alfafa e Tifton-85 e da silagem de milho. **Semina: ciências agrárias**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 747- 758, 2011.

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

LAGE, J.F.; PAULINO, P. V. R.; PEREIRA, L. G. R.; VALADARES FILHO, S. C.; OLIVEIRA, A. S.; DETMANN, E.; SOUZA, N. K. P.; LIMA, J. C. M. Glicerina bruta na dieta de cordeiros terminados em confinamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 9, p.1012- 1020, 2010.

LASCANO, C. E; CÁRDENAS, E. Alternatives for methane emission mitigation in livestock systems. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 39, suppl., 2010.

MAGALHÃES, A. L. R.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C.; ASSIS, A. J.; MENDES NETO, J.; ZAMPERLINI, B. Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas completas para vacas em lactação. I. Produção e composição de leite. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gnosis, 2000, CD-ROM.

MARTINS, E. L.; LOYOLA, V. R. Degradabilidade ruminal in situ da matéria seca e proteína bruta das silagens de milho e sorgo e de alguns alimentos concentrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 5, p. 1109-1117, 1999.

MENTEN, J. F. M.; MIYADA, V. S.; BERENCHTEIN, B. **Glicerol na alimentação animal**. Disponível em: http://www.agrolink.com.br/downloads/glicerol_2009-03-13. Acesso em: 15 ago. 2010.

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

MERTENS, D.R. FDN fisicamente efetivo e seu uso na formulação de ração para vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BOVINOCULTURA DE LEITE: novos conceitos em nutrição, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001, p.38.

MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulações de rações. In.: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992, Lavras **Anais...** SBZ-ESAL, 188, MG. 1992.

MOTA, D. A.; OLIVEIRA, M. D. S.; DOMINGUES, F. N.; MANZI, G. M.; FERREIRA, D. S.; SANTOS, J. Hidrólise da cana-de-açúcar com cal virgem ou cal hidratada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 6, p.1186- 1190, 2010.

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

OLIVEIRA, M. D. S.; SHINODA, J.; BODRICK, R. Efeito da hidrólise com a cal hidratada (hidróxido de cálcio) sobre a digestibilidade in vitro da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006. CD-ROM.

OLIVEIRA, M.D.S. **Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos**. Jaboticabal: Funep, 1999, 128p.

ØRSKOV, E. R; MCDONALD, I. The estimation of protein degradability in rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, Champaign, v. 92, n. 2, p. 499- 503, 1979.

ØRSKOV, E. R. New concepts of feed evaluation for ruminants with emphasis on roughages and feed intake. Asian Australian **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 13, n. 6. p.128-136. 2000.

PEREIRA, L.G.R.; MAURICIO, R. M.; MENEZES, D. R.; ARAÚJO, G. G. L.; SOUSA, L. F.; CARVALHO, W. T. V.; GUIMARÃES JUNIOR, R. Influência da glicerina bruta na cinética de fermentação ruminal *in vitro*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45, 2008, Lavras, MG. **Anais...**, Lavras, MG: SBZ, 2008. CD-ROM.

PLUSKE, J. Evaluation of glycerine as co-product of biodiesel production for the pig industry. **Pork Co-operative Research center**, Australia, 2007. 200p. (Suppl).

RIBEIRO, K.G. ; GARCIA, R., PEREIRA, O.G. ; VALADARES FILHO, S.C. ; CECON, P.R. Consumo e digestibilidades aparentes total e parcial, de nutrientes, em bovinos recebendo rações contendo feno de capim-tifton 85 de diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 2, p.573- 580, 2001.

ROGER, V.; FONTY, G.; ANDRE, C.; GOUET, P. Effects of glycerol on the growth, adhesion and cellulolytic activity of rumen cellulolytic bacteria and anaerobic fungi. **Current Microbiology**. New York, v. 25, n. 4, p.197- 201, 1992.

SANTOS, F.A.P. Metabolismo de proteínas. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Ed) **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006 a, p.255-284.

SANTOS, J.E.P. Metabolismo de proteínas. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Ed) **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006 b, p.423-492.

SAS INSTITUTE.SAS/STAT **User's guide**: statistics. version 6, Cary, NC, 1993. v.2.

SATTER, L.D.; SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 32, n. 1, p.199-208, 1974.

SCHMIDT, P.; NUSSIO, L.G.; ZOPOLLATTO, M.; RIBEIRO, J.L.; SANTOS, V.P.; PIRES, A.V. Aditivos químicos ou biológicos na ensilagem de cana-de-açúcar: parâmetros ruminais e degradabilidade da matéria seca e das frações fibrosas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1676-1684, 2007. Suplemento

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.J.; RUSSEL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

SOBREIRA, G.F. Uso de cana-de-açúcar hidrolisada: alternativa para alimentação de ruminantes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 3, n. 2, p. 318- 321, 2006.

TOMLINSON, D. J.; JAMES, R.E.; MCGILLIARD, M. L. Effect of varying levels of neutral detergent fiber and total digestible nutrients on intake and growth of holstens heifers. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 74. N. 2. p 537- 545,1991.

VALADARES FILHO, S.C.; BRODERICK, G.A.; VALADARES, R.F.D.; CLAYTON, M. K. Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn on nutrient utilization and milk production. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 83, n.1, p.106- 114, 2000.

VALADARES FILHO, S. C.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; CAPELLE, E. R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. Viçosa: UFV/DZO; DPI, 2001. 297p.

VAN DORLAND, H. A; WETTSTEIN, H. R; LEUENBERGER, H; KREUZER, M. Effect of supplementation of fresh and ensiled clovers to ryegrass on nitrogen loss and methane emission of dairy cows. **Livestock Science**. v. 111, p. 57-69, 2007.

VAN SOEST, P. J.; WINE, R.H. Use of detergents in analysis of fibrous feeds. IV. Determinations of plant cell-wall constituents. **Journal of the Association Official Analytical Chemists**, Arlington, v. 50, p. 50- 55, 1967.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON J.P; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 10, p.3583- 3597, 1991.

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

VIEIRA, P. F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteína e lipídeos em rações para ruminantes**. 1980. 98 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 1980.

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

VON KEYSERLINGK, M. A. G.; SWIFT, M. L.; PUCHALA, R.; SHELFORD, J. A. Degradability characteristics of dry matter and crude protein of forages in ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 57, n. 4, p. 291-311, 1996.

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

ZHOU, C. H.; BELTRAMINI, J. N.; LU, Y.X.F. Chemoselective catalytic conversion of glycerol as a biorenewable source to valuable commodity chemicals. **Chemical Society Review**. Cambridge, v. 37, p. 527-49, 2008.