

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

**PARÂMETROS RUMINAIS E PRODUTIVOS DE CABRAS
ALIMENTADAS COM CANA-DE-AÇÚCAR E OU SILAGEM DE MILHO**

GIL IGNACIO LARA CANIZARES

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia - Área de concentração: Nutrição e Produção Animal, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor.

BOTUCATU / SP
Setembro / 2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

**PARÂMETROS RUMINAIS E PRODUTIVOS DE CABRAS
ALIMENTADAS COM CANA-DE-AÇÚCAR E OU SILAGEM DE MILHO**

GIL IGNACIO LARA CANIZARES
Zootecnista

ORIENTADOR: Prof.Dr. HERALDO CESAR GONÇALVES

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia - Área de concentração: Nutrição e Produção Animal, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor.

BOTUCATU / SP
Setembro / 2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

C223p Canizares Lara, Gil Ignacio, 1968-
Parâmetros ruminais e produtivos de cabras alimentadas com cana-de-açúcar e ou silagem de milho / Gil Ignacio Lara Canizares. - Botucatu : [s.n.], 2011
vii, 79 f. : grafs., tabs.

Tese (Doutorado)-Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2011
Orientador: Heraldo César Gonçalves
Inclui bibliografia

1. Degradabilidade. 2. Fermentação ruminal. 3. Nitrogênio ureico do leite. 4. Produção de leite. 5. Ruminação
I. Gonçalves, Heraldo César. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. III. Título

A meu pai Gil Ignacio

(in memória)

A minha mãe, Maria Antonieta

Que com seu amor, carinho e incentivo possibilitaram conseguir, realizar, os meus objetivos académicos

A minha esposa, Marleide

Por estar sempre ao meu lado, me apoiando e incentivando durante a realização deste trabalho

A minha filha, Maria Eduarda

Por ser como é !Linda!

A meus irmãos, Esther, Maria, Kathia e Juan Carlos

Pelo carinho, motivação e apoio constante

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade de seguir dia a dia lutando por novas oportunidades

À Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - UNESP, Campus de Botucatu e ao Programa de Pós-Graduação, pela oportunidade na conclusão do curso de doutorado.

Ao professor Heraldo Cesar Gonçalves, pela sua amizade, confiança orientação e colaboração durante estes seis anos de pós-graduação.

À Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo dentro do Programa Estudante Convênio de Pós-Graduação (PEC-PG). Bolsista Capes/CNPq – IEL nacional – Brasil.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão da bolsa de estudo, durante o curso de doutorado.

Aos professores Paulo Roberto de Lima Meirelles, Edson Ramos de Siqueira, Carlos Elysio Moreira da Fonseca, Kleber Tomás de Resende pelas sugestões, orientações e contribuições à tese.

À pesquisadora Carol Tobias Marino pela colaboração nas análises de estatística e pela sua amizade.

À professora Simone Fernandes pela colaboração, em facilitar equipamentos, durante o trabalho de pesquisa.

Aos professores do departamento de Produção Animal e Melhoramento e Nutrição Animal, pelo ensino e aprendizado durante o curso de pós-graduação.

Às funcionários da Seção de Pós-Graduação, Seila Cristina Cassineli Vieira e Carlos Pazini Junior, e funcionários do Departamento de Produção Animal, Solange Aparecida Ferreira de Souza e José Luis Barbosa de Souza, pelos auxílios prestados.

Aos funcionários do setor Caprinos, Marcos e José Ramos, e aos funcionários da Supervisão da fazenda, pela colaboração durante a realização pratica do experimento.

Aos funcionários do Laboratório de Bromatologia, Renato e Gisele, pela colaboração e ajuda nas análises laboratoriais.

Aos alunos de Pós-Graduação e amigos, Raquel Ornelas, Melissa, Raquel Vasconcelos, Andreia, Guilherme, Luciana, Claudia, Lucinei, pela colaboração durante o experimento a campo e pela amizade.

SUMÁRIO

	Página
CAPITULO 1.....	01
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	
<i>Considerações Iniciais</i>	01
<i>Revisão de Literatura</i>	04
<i>Referências Bibliográficas</i>	12
CAPÍTULO 2.....	17
CONSUMO E PARÂMETROS RUMINAIS EM CABRAS ALIMENTADAS COM CANA-DE-AÇÚCAR EM SUBSTITUIÇÃO À SILAGEM DE MILHO	
<i>Resumo</i>	18
<i>Abstract</i>	19
<i>Introdução</i>	20
<i>Material e Métodos</i>	21
<i>Resultados e Discussão</i>	27
<i>Conclusões</i>	46
<i>Literatura Citada</i>	47
CAPITULO 3.....	51
CONSUMO, DIGESTIBILIDADE APARENTE, PARÂMETROS PRODUTIVOS E COMPORTAMENTAIS DE CABRAS LEITEIRAS ALIMENTADAS COM CANA-DE-AÇÚCAR EM SUBSTITUIÇÃO A SILAGEM DE MILHO	
<i>Resumo</i>	52

	Página
<i>Abstract</i>	53
<i>Introdução</i>	54
<i>Material e Métodos</i>	55
<i>Resultados e Discussão</i>	61
<i>Conclusões</i>	73
<i>Literatura Citada</i>	74
 CAPITULO 4.....	 78
IMPLICAÇÕES	

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

	Página
Tabela 1. Proporções dos ingredientes nos diferentes tratamentos.....	23
Tabela 2. Composição bromatológica dos concentrados e volumosos.....	23
Tabela 3. Composição bromatológica das dietas experimentais.....	24
Tabela 4. Consumo de matéria seca, ganho de peso diário, pH e produção de nitrogênio amoniacal em função dos níveis de cana-de-açúcar no volumoso.....	38
Tabela 5. Concentrações de ácidos graxos de cadeia curta totais, acético, propiônico, butírico e relação acético:propiônico em função dos níveis de cana-de-açúcar no volumoso e dos tempos de coleta.....	34
Tabela 6. Valores de degradabilidade da fração solúvel (A), da fração potencialmente solúvel (B), da taxa de degradação (C), da degradabilidade efetiva (De) para taxas de passagens de 2,00 e 5,00% por hora, e da degradabilidade potencial (Dp) da matéria seca (MS) dos volumosos e do concentrado em função dos níveis de cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho.....	39
Tabela 7. Valores de degradabilidade da fração solúvel (A), da fração potencialmente solúvel (B), da taxa de degradação (C), do tempo de colonização (L), da degradabilidade efetiva (De) e da degradabilidade potencial (Dp) da fibra em detergente neutro dos volumosos, e da proteína bruta do concentrado em função dos níveis de cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho.....	43

CAPITULO 3

Tabela 1. Proporções dos ingredientes nos diferentes tratamentos.....	58
Tabela 2. Composição bromatológica dos concentrados e volumosos.....	59
Tabela 3. Composição bromatológica das dietas experimentais.....	59

	Página
Tabela 4. Consumo de matéria seca e nutriente de cabras em lactação alimentadas com dietas contendo níveis de substituição de silagem de milho por cana-de-açúcar.....	62
Tabela 5. Exigências de nutrientes digestíveis totais (NDT) e proteína bruta (PB) de acordo a produção de leite das cabras alimentadas com dietas contendo níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar.....	64
Tabela 6. Digestibilidade aparente da matéria seca e nutrientes das dietas contendo níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar na alimentação de cabras em lactação.....	66
Tabela 7. Produção e composição do leite de cabras em lactação alimentadas com dietas contendo níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar.....	68
Tabela 8. Tempo gasto em alimentação, ruminação, ócio e mastigação de cabras em lactação alimentadas com dietas contendo níveis de substituição da silagem de milho ela cana-de-açúcar.....	72

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

		Página
Figura 1.	Efeito dos níveis de substituição da silagem de milho pela cana de açúcar sobre o pH ruminal em função dos horários de coleta.....	30
Figura 2.	Concentração de nitrogênio amoniacal em função dos níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar.....	32
Figura 3.	Efeito dos níveis de substituição da silagem de milho pela cana de açúcar sobre o nitrogênio amoniacal em função dos horários de coleta.....	33
Figura 4.	Concentração de ácidos graxos de cadeia curta em função dos níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar.....	35
Figura 5.	Concentração de ácido graxo de cadeia curta total e relação acético:propiónico em função dos níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar.....	36
Figura 6.	Concentração dos ácidos graxos de cadeia curta em função do tempo de coleta.....	37
Figura 7.	Concentração de ácido graxo total e relação acético:propiónico em função do tempo de coleta.....	38
Figura 8.	Valores de degradabilidade da matéria seca dos volumosos e concentrado nos diferentes ambientes ruminais formado pelos níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar.....	41
Figura 9.	Valores de degradabilidade da matéria seca dos volumosos e do concentrado em função do tempo de incubação.....	42
Figura 10.	Valores de degradabilidade da fibra em detergente neutro dos volumosos e da proteína bruta do concentrado em função do tempo de incubação.....	45

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A caprinocultura representa importante parcela no cenário agropecuário brasileiro. Esta participação no mercado, seja pela produção de carne, leite e derivados, estimula o produtor a ser criterioso para manter ou incrementar os índices produtivos na criação de caprinos. A seleção e a escolha de animais mais produtivos, o manejo sanitário e de animais, as instalações adequadas e a adoção de estratégias de alimentação mais barata são medidas a serem tomadas para melhorar a produtividade no sistema de criação.

A produção de leite é influenciada por vários fatores, entre os quais a genética, a saúde, o manejo e, especialmente, a alimentação. Assim, um dos grandes desafios para manter a produção de leite constante ao longo do ano está relacionado ao fornecimento quantitativo e qualitativo de alimentos, principalmente na época de escassez.

A alimentação é um dos aspectos mais relevantes a ser considerado na produção de cabras leiteiras, uma vez que são fornecidos todos os nutrientes necessários para a manutenção e produção dos animais, além de representar 60% a 70% dos custos de produção (Gonçalves et al., 2008). Consequentemente, deve-se visar a escolha dos alimentos ou combinações que possibilitem baixar os custos sem prejudicar a produtividade.

A silagem de milho, por sua composição balanceada, é, sem dúvida, o alimento conservado mais indicado e utilizado por animais leiteiros, especialmente os de alta produção; porém o alto custo tem inviabilizado seu uso por pequenos produtores (Ribeiro et al., 2000). Entretanto, a cana-de-açúcar, pelo menor custo de produção em relação à silagem de milho e por excelente disponibilidade justamente no período de escassez de alimento, tem se mostrado uma alternativa viável. Assim, o presente trabalho tem como objetivo avaliar os efeitos de cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho sobre parâmetros ruminais, consumo desempenho e comportamento ingestivo de cabras.

O tema estudado foi tratado em dois capítulos, seguindo as normas de publicação da Revista Brasileira de Zootecnia:

O Capítulo 2, denominado **“Consumo e parâmetros ruminais em cabras alimentadas com cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho”**.

O Capítulo 3, denominado “**Consumo, digestibilidade aparente, parâmetros produtivos e comportamentais de cabras leiteiras alimentadas com cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho**”.

REVISÃO DE LITERATURA

Cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) pertence à família das *Poaceas*, originária da Ásia e muito cultivada em países tropicais e subtropicais para obtenção de produtos como açúcar, álcool e aguardente, ou como alimento *in natura* ou conservado, para alimentação animal.

A cana-de-açúcar, em função de possuir altos teores de açúcares e disponibilidade no período da seca, é considerada um volumoso estratégico para ser usado na alimentação de ruminantes (Moreira, 1983). Além disso, esta gramínea se destaca pela alta produção de forragem por unidade de área, baixo custo por quilograma de matéria seca produzido, menor perda durante a colheita e oferecimento, e é amplamente cultivada no Brasil Central (Boin et al., 1987 e Alleoni et al., 2006).

A utilização desta gramínea na alimentação de ruminantes, especialmente de animais de baixa produção, é uma prática interessante considerando sua disponibilidade no período *crítico* de escassez de alimento, reduzindo ou substituindo a utilização de volumosos conservados, como silagens e fenos, que por seus custos elevados de produção, muitas vezes, não está ao alcance de pequenos produtores. No entanto, a cana-de-açúcar é considerada um alimento desbalanceado, com teores muito baixos de proteína e minerais e alto teor de fibra de baixa degradação ruminal, fatores que limitam a produção animal (Preston, 1977 e Lima et al., 2010). Por esta razão, não é recomendável seu uso como alimento exclusivo para ruminantes e sim acompanhado de outros alimentos. Quando utilizada, deve ser corrigido o teor de proteína adicionando-se fonte de nitrogênio não proteico, enquanto que o teor de minerais pode ser implementado com suplementação mineral (Alleoni et al., 2006).

A utilização de nitrogênio não proteico em forma de ureia deve ser criteriosa para não prejudicar a produtividade e provocar morte acidental de animais. Para atender exigências nutricionais de manutenção e desempenho adequado dos ruminantes, a cana-de-açúcar precisa ser suplementada, principalmente, com alimentos concentrados.

A fibra presente na cana-de-açúcar é uma entidade bioquímica heterogênea, preponderante na nutrição de ruminantes, que possui frações de carboidratos estruturais passíveis de digestão pelos microrganismos simbióticos no rúmen (Lima et

al., 2010). A baixa digestibilidade da fração fibrosa da cana-de-açúcar é considerada o principal entrave na utilização desta gramínea na alimentação animal. A literatura apresenta valores discrepantes para a digestibilidade da fibra em detergente neutro de 20,88% (Santos et al., 2008), 23,10% (Correa et al., 2003), 35,96% (Carmo et al., 2001), 48,00% (Pinto et al., 2007) e 78,77% (Franzolin e Franzolin, 2000).

Os ruminantes necessitam de duas grandes fontes de alimentação: volumoso e concentrado, sendo que as diferentes relações podem indicar valores significativos no custo de produção. Quando a dieta apresenta maior relação, ou seja, à base de volumoso com maior teor de FDN, o consumo voluntário é regulado pela distensão física do rúmen-retículo, caracterizado pelo fenômeno da repleção (Rodrigues, 2004); como consequência, o consumo diminui. Por sua vez, quando existe menor relação volumoso:concentrado, o consumo é regulado pela demanda de energia do animal. Este controle tem grande importância para ruminantes, como os caprinos, para os quais o uso de forrageira implica em adicionar grande quantidade de fibra, podendo limitar o consumo de energia (Rodrigues, 2004). É importante estabelecer uma relação volumoso:concentrado ideal, para maximizar o consumo de MS e satisfazer as necessidades energéticas do animal e, conseqüentemente, melhorar a produção e o teor de gordura do leite. Rodrigues (1999) sugeriu que, em dietas de vacas em lactação, a cana-de-açúcar pode ser usada na relação volumoso:concentrado de 40:60 a 45:55, na base da matéria seca, para garantir produções de 20-24 kg leite/dia, sem que ocorra perda de peso dos animais.

Quando se utiliza volumoso, como cana-de-açúcar, nas dietas é importante ter presente a relação entre a digestibilidade e o valor nutricional do alimento. Segundo Preston (1982) o consumo voluntário de nutrientes digestíveis totais não é determinado pela digestibilidade por si só, mas sim pela natureza física da dieta e sua capacidade para estimular eficientemente a função ruminal, além do suprimento de nutrientes "by-pass", particularmente de proteína.

A cana-de-açúcar pode reduzir o consumo, que ocorre principalmente pela baixa digestibilidade da fibra, uma vez que seu teor médio é menor que o da silagem de milho, 54,00 e 60,00%, respectivamente (Campos et al., 2010). Assim, a participação deste volumoso na dieta deve ser na proporção em que permita, ao animal em produção, o consumo necessário para cobrir as exigências de energia.

Pires et al. (2010) sugere o caroço de algodão, por ser um alimento rico em gordura, para compensar o menor consumo de matéria seca, quando se trabalha com

cana-de-açúcar, mantendo-se o consumo de energia e o desempenho de vacas em lactação dentro de padrões adequados.

Fermentação ruminal

A fermentação ruminal é um processo exergônico que converte matérias-primas fermentáveis em ácidos graxos de cadeia curta, metano, amônia e, ocasionalmente, ácido láctico, ao longo das reações (Kozloski, 2002). Da energia liberada, a maior parte é utilizada para o crescimento microbiano e outra é perdida como calor.

Os alimentos ingeridos sofrem alterações físicas e químicas, gerando compostos nutritivos, produtos da fermentação ruminal. O rúmen é considerado uma câmara de fermentação que apresenta condições ambientais adequadas para a multiplicação e desenvolvimento de microrganismos. Estes fermentam os substratos dos alimentos ingeridos pelo animal, produzindo nutrientes necessários para sua sobrevivência e ácidos graxos de cadeia curta, utilizados pelo hospedeiro como fonte de energia nos diferentes processos metabólicos.

A composição da dieta é um fator determinante na fermentação ruminal, já que determina as comunidades de microrganismos e altera a proporção molar entre o ácido acético, propiônico e butírico (Bergman, 1990). A quantidade e frequência com que os nutrientes chegam ao rúmen também são fatores que devem ser considerados.

Quando a dieta é composta à base de forragens, as proporções de ácidos graxos de cadeia curta no rúmen se mantêm em torno de 65: 25: 10 moles de ácido acético, propiônico e butírico; já para dietas concentradas, esta relação é ao redor de 50: 40: 10: (Carvalho et al., 2003). A redução da concentração de ácido acético está relacionada ao aumento da proporção de concentrado na dieta (Sutton et al., 2003).

As variações do pH ruminal também têm forte impacto nas comunidades microbianas e, conseqüentemente, nos produtos de fermentação, além de influenciar nas funções fisiológicas como motilidade e absorção ruminal (Nagaraja e Titgemeyer, 2007).

Segundo Valadares Filho e Pina (2006), a mudança abrupta na dieta é o principal fator que determina o grau de perturbação da fermentação ruminal, por alterar o balanço de fermentação pelas espécies microbianas. Ainda segundo esses mesmos autores, a quantidade e a composição da dieta são variáveis externas que

afetam a taxa de digestão e a de passagem, mudando assim os processos de renovação do conteúdo ruminal.

Em estudo com vacas leiteiras alimentadas com diferentes proporções de volumoso:concentrado 60:40 para silagem de milho, 60:40 (0,35 e 1% ureia) e 50:50 (1% ureia) para cana-de-açúcar, Mendonça et al. (2004a) não encontraram diferença nos valores médios de pH ruminal (7,3 com 0 horas e 6,7 após 3 horas) e concentração de nitrogênio amoniacal do líquido ruminal (4,4 mg/dL com 0 horas e 16,8 mg/dL após 3 horas) entre os tratamentos, indicando que estes valores de pH ruminal estão próximos à faixa de $6,7 \pm 0,5$, ótimo para o máximo crescimento microbiano no rúmen.

Digestibilidade e Degradabilidade

A digestão ruminal é um processo contínuo, sinérgico e dinâmico que influencia a fermentação dos componentes da dieta, determinando os produtos que passam para o intestino delgado. O grau de manifestação deste processo é altamente dependente da fonte e quantidade de alimento consumido pelo animal, sendo que o tamanho da partícula do volumoso, a taxa de passagem e o processamento dos grãos são fatores que influenciam a digestão ruminal (Nocek e Tamminga, 1991).

O valor nutricional da cana-de-açúcar está diretamente ligado ao seu teor de açúcar, que pode chegar a 50% na matéria seca, proporcionando valores de nutrientes digestíveis totais da ordem de 55 a 60%; no entanto, seu uso na alimentação de ruminantes é limitado pela baixa digestibilidade da fibra.

Quando a cana-de-açúcar ultrapassa o seu ponto ideal de corte, os materiais fibrosos, como a celulose e a hemicelulose, podem apresentar-se aglutinados em um arranjo incrustado por lignina (Pinto et al., 2007). Embora as enzimas microbianas presentes no rúmen tenham a capacidade de hidrolisar a celulose, a dificuldade de acesso das mesmas limita a ruptura deste polímero (Rodrigues e Peixoto, 1993). Assim, a digestibilidade indica a capacidade de aproveitamento dos nutrientes dos alimentos pelos microrganismos ruminais. A digestibilidade da cana-de-açúcar é de 55 – 60% (Aroeira et al., 1993), o que limita o consumo das dietas quando sua participação é elevada.

A digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína e carboidratos totais foram semelhantes quando se comparou níveis de substituição da silagem de

milho pela cana-de-açúcar em vacas em lactação (Magalhães et al., 2006). Entretanto, a digestibilidade da fibra em detergente neutro diminuiu linearmente, e os carboidratos não fibrosos aumentaram, com os níveis crescentes de cana-de-açúcar. Estes autores afirmaram que o maior conteúdo de lignina pode ter afetado a proporção da fibra em detergente neutro indigestível, além da taxa e da extensão da digestão da fibra em detergente neutro potencialmente digestível das dietas. Os autores também observaram diminuição no consumo de matéria seca, com o aumento dos níveis de cana-de-açúcar, exceto para lignina e carboidratos não fibrosos, presentes em maior quantidade nesta gramínea.

Mendonça et al. (2004^a) e Costa et al. (2005) também encontraram maior e menor digestibilidade para os carboidratos não fibrosos e fibra em detergente neutro, respectivamente, para dietas à base de cana-de-açúcar comparadas com dieta à base de silagem de milho, em vacas leiteiras. Pela baixa digestibilidade da cana-de-açúcar, esta deve participar em pouca quantidade na formulação da dieta, garantindo a produtividade dos ruminantes.

Oliveira et al. (2007), em estudos com bovinos, encontraram digestibilidade da matéria seca da cana-de-açúcar de 65% e da fibra em detergente neutro de 34%, quando comparado com a silagem de cana com valores de 61 e 40%, respectivamente. Em outro experimento com bovinos, Pinto et al. (2007) encontraram degradabilidade potencial de 55% e efetiva de 44% para cana-de-açúcar *in natura*. Quando trataram a cana com hidróxido de sódio, a degradabilidade potencial foi de 62% e a efetiva de 49%, indicando maior degradabilidade da cana tratada.

Vários fatores podem afetar a degradação da fibra da cana-de-açúcar, como o pH ruminal. Hoover (1986) relatou que o decréscimo no pH ruminal parece ser o principal impacto para redução na degradação da fibra. Uma depressão no pH ruminal para aproximadamente 6,0 causa uma pequena redução na digestão da fibra, entretanto, quando o pH cai para 5,5 ou 5,0, o crescimento dos microrganismos celulolíticos e a digestão da fibra podem ser completamente inibidos. Também este autor indica que os níveis ótimos de nitrogênio amoniacal para o crescimento bacteriano e digestão da fibra é de 3,3 e 8,0 mg/dl, respectivamente.

Produção de leite

O consumo de matéria seca é de importância extrema, porque reflete a ingestão ou capacidade de ingestão do animal (Arbiza Aguirre, 1986) e é um dos principais determinantes da produção, uma vez que cabras com maior capacidade de consumo de MS apresentam maior potencial para produção de leite (Resende et al., 2007). Cabras leiteiras, dependendo da produção de leite, consomem de 4 a 7% do seu peso vivo em MS para suprir as necessidades de manutenção e produção (Haenlein, 2002). Wilkinson e Stark (1987) citaram que o consumo de matéria seca para cabras geralmente se situa entre 3 e 5% do peso corporal. Assim, na alimentação de ruminantes, qualidade e disponibilidade do alimento são importantes para o consumo de matéria seca e, conseqüentemente, de nutrientes, resultando em aumento na produção de leite.

A produção eficiente de leite está baseada numa adequada disponibilidade de forragem ao longo do ano. Durante a estação das chuvas a produção de pastagens pode garantir produção satisfatória de leite, não ocorrendo o mesmo durante o período seco, em que o crescimento da pastagem é baixo ou nulo. Para superar as dificuldades resultantes da baixa disponibilidade da forragem durante a estação seca, uma estratégia de fácil implementação e que requer reduzido investimento é a utilização da cana-de-açúcar como suplemento alimentar para ruminantes. A cana-de-açúcar é um volumoso que tem se destacado na alimentação de ruminantes, em razão da pequena taxa de risco em sua utilização, do baixo custo de produção e, principalmente, da maior disponibilidade nos períodos de escassez de forragens.

Na alimentação de cabras leiteiras objetiva-se melhorar a produtividade e a estabilidade na produção de leite ao longo de ano. A utilização de cana-de-açúcar, embora não seja uma alternativa para aumentar a produção de leite, pode auxiliar a manter a produção nas épocas de seca, evitando a utilização de outras fontes de alimentos que podem elevar os custos da alimentação.

Gentil (2006), trabalhando com cabras da raça Saanen, alimentadas com cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada, na relação volumoso:concentrado de 50:50, não observou diferenças no consumo de matéria seca, de 2,2 kg/dia, e na produção de leite, de 2,01 kg/dia, nos diferentes tratamentos. Já Mendes (2006) observou maior consumo de matéria seca, de 2,82 kg/dia, em Cabras Saanen alimentadas com cana-de-açúcar *in natura* em relação à silagem de cana-de-açúcar, de 2,32 kg/dia, embora

esta diferença não alterasse a produção de leite, de 1,52 kg/dia, semelhante entre os tratamentos.

A produção de leite pode ser afetada pela inclusão de cana-de-açúcar nas dietas para ruminantes. Assim, a produção de leite foi menor para os tratamentos com cana-de-açúcar, em relação à silagem de milho (Magalhães et al., 2004 e Mendonça et al., 2004a), indicando que esta queda está em função da diminuição do consumo de MS pelos animais.

Costa et al. (2005) encontraram, na alimentação de vacas em lactação, produção de leite maior para os animais alimentados com dietas com 40% de cana-de-açúcar e dietas com 60% de silagem de milho, em relação aos outros tratamentos com 50 e 60% de cana-de-açúcar, respectivamente. Estes autores concluíram que a proporção de cana-de-açúcar, como volumoso para vacas com produção mínima de 20 kg/dia, deve ser de 40% da dieta total.

Segundo Nussio et al. (2006) desequilíbrios na composição do leite produzido por vacas alimentadas com rações contendo cana-de-açúcar, frequentemente associados à presença desse volumoso, provavelmente se devem mais ao desbalanceamento de nutrientes do que a uma característica intrínseca a essa fonte de forragem.

Comportamento ingestivo de cabras

A cabra, conforme a definição de Hoffmann (1988), é um ruminante intermediário, entre selecionadores de alimentos concentrados e pastejador, ou seja, busca na planta, em função do seu comportamento de seletividade, as partes em que há maior concentração de nutrientes, em detrimento de outras partes mais fibrosas (Resende et al., 2007). Em condições naturais alimenta-se de folhas de arbustos, brotos ou de partes da planta mais suculentas em que possa obter os nutrientes necessários para sua manutenção. Em virtude desta característica, a cabra apresenta maior taxa de passagem das partículas do alimento pelo trato digestivo (Van Soest, 1987), o que pressupõe menor eficiência de degradação da fibra. Porém, os animais requerem um mínimo de fibra em sua dieta (Mertens, 1997), que favoreça a ruminação, estimulando a liberação de saliva que funciona como tamponante do rúmen.

Em ruminantes confinados a ingestão de forragens depende, principalmente, do valor nutritivo do alimento e da capacidade de enchimento ruminal (Baumont et al., 2000). O tamanho da partícula da ração reflete no comportamento alimentar dos animais, uma vez que esta característica afeta o consumo de matéria seca, as atividades de ingestão e ruminação e a fermentação ruminal (NRC, 2001). Por serem seletivas, as cabras preferem o alimento concentrado, ou as partes mais tenras do volumoso, não havendo um consumo homogêneo da ração.

Alimentos concentrados e fenos finamente triturados, ou peletizados, reduzem o tempo de ruminação, enquanto volumosos com alto teor de parede celular tendem a aumentar o tempo de ruminação (Bürger et al., 2000). Animais estabulados gastam menos tempo na alimentação quando consomem alimentos ricos em energia, e mais tempo com alimentos com altos teores de fibras. Desta forma, o tempo gasto em ruminação é influenciado pela natureza da dieta e é proporcional ao teor de parede celular dos volumosos. Quanto maior a participação dos volumosos na dieta, maior o tempo despendido com ruminação (Van Soest, 1994).

A observação do comportamento ingestivo das cabras subsidia a escolha dos alimentos e a formulação das dietas visando a produção, seja de leite ou carne.

Mendonça et al. (2004b) observaram que não houve diferença para os tempos despendidos com alimentação e ruminação, em vacas leiteiras alimentadas com silagem de milho e cana-de-açúcar. Em outro experimento de comportamento ingestivo de cabras leiteiras, Gentil (2006) e Mendes (2006) não observaram diferença nos tempos despendidos na ingestão de alimento, ruminação, mastigação e ócio, observados com cana-de-açúcar *in natura* e silagem de cana-de-açúcar.

Referências Bibliográficas

ALLEONI, G. F.; BOIN, C.; BEISMENN, D. A. Utilização de diferentes suplementos no desempenho de bovinos alimentados com dietas básicas de cana-de-açúcar. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 63, n. 3, p. 165-175, 2006.

ARBIZA AGUIRE, S. I. **Producción de caprinos**. México: AGT, 1986. 695 p.

AROEIRA, L. M. et al. Degradabilidade no rúmen e taxa de passagem da cana-de-açúcar mais ureia e do farelo de algodão em novilhos mestiços Europeu x Zebu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 22, n. 4, p. 552-564, 1993.

BAUMONT, R. et al. How forage characteristics influence behavior and intake in small ruminants: a review. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 64, p.15-28, 2000.

BERGMAN, E. N. Energy contribution of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. **Physiological Reviews**, Maryland, v. 70, n. 2, p. 567-590, 1990.

BOIN, C.; MATTOS, W. R. S.; D'ARCE, R.D. Cana-de-açúcar e seus subprodutos na alimentação de ruminantes. In: PARANHOS, S.B. (Ed.). **Cana-de-açúcar, cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargil, 1987. v. 2. p. 805-856.

BÜRGER, P. J. et al. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 1, p. 236-242, 2000.

CAMPOS, P. R. D. S. S. et al. Consumo, digestibilidade e estimativa do valor energético de alguns volumosos por meio da composição química. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 57, n. 1, p. 79-86, 2010.

CARMO, C. A. et al. Degradabilidade da matéria seca e fibra em detergente neutro da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) com diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 6, p. 2126-2133, 2001.

CARVALHO, F. A. N.; BARBOSA, F. A.; MCDOWELL, L. R. **Nutrição de bovinos a pasto**. 2. ed. Belo Horizonte: Papelform, 2003. 428 p.

CORRÊA, C. E. S. et al. Performance of Holstein cows fed sugarcane or corn silages of different grain texture. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, p. 221-229, 2003.

COSTA, M. G. et al. Desempenho produtivo de vacas leiteiras alimentadas com diferentes proporções de cana-de-açúcar e concentrado ou silagem de milho na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 6, p. 2437-2445, 2005.

FRANZOLIN, R.; FRANZOLIN, M. H. T. População protozoários ciliados e degradabilidade ruminal em búfalos e bovinos zebuínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 9, n. 6, p. 1853-18612, 2000.

GENTIL, R. S. **Silagem de cana-de-açúcar tratada com aditivo químico ou microbiano na alimentação de cabras em início de lactação**. 2006. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

GONÇALVES, A. L. et al. Avaliação de sistemas de produção de caprinos leiteiros na região sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 2, p. 366-376, 2008.

HAENLEIN, G. F. Feeding goats for improved milk and meat production. Goat connection, Luray, 2002. Disponível em:
<<http://www.goatconnection.com/articles/publish/article-75.shtml>> Acesso em: 09 maio 2011.

HOFFMANN, R. R. Anatomy of the gastro-intestinal tract. In: CHURCH, D. C. (Ed). **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. Portland, O&B Books, Inc., 1988, p. 14-43.

HOOVER, W. H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal Dairy Science**, cidade, v. 69, n. 10, p. 2755-2766, 1986.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: UFSM, 2002. 139 p.

LIMA, D. M. et al. Cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 5, n. 2, p. 13-20, 2010.

MAGALHÃES, A. L. R. et al. Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: desempenho e viabilidade econômica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 5, p. 1292-1302, 2004.

MAGALHÃES, A. L. R. et al. Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: Parâmetros digestivos e ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 2, p. 591-599, 2006.

MENDES, C. Q. **Silagem de cana-de-açúcar na alimentação de ovinos e caprinos: valor nutritivo, desempenho e comportamento ingestivo**. 2006. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

MENDONÇA, S. D. S. et al. Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite e variáveis ruminais em vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 2, p. 481-492, 2004a.

MENDONÇA, S. D. S. et al. Comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar ou silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 3, p. 723-728, 2004b.

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

MOREIRA, H. A. Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 9, n. 108, p. 14-16, dez. 1983.

NAGARAJA, T. G.; TITGEMEYER, E. C. Ruminant acidosis in beef cattle: the current microbiological and nutritional outlook. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, p.17-38, 2007. (Suplemento).

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6. ed. Washington, DC: National Academic Press, 2001. 387 p.

NOCEK, J. E.; TAMMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 10, p. 3598-3629, 1991.

NUSSIO, L. G. et al. Cana-de-açúcar como alimento para bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: FUNERB, 2006. p. 277-328.

OLIVEIRA, M. D. S. D. et al. Digestibilidade da cana-de-açúcar hidrolisada, in natura e ensilada para bovinos. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 8, n. 1, p. 41-50, 2007.

PINTO, A. P. et al. Degradabilidade ruminal da cana-de-açúcar integral tratada com diferentes níveis de hidróxido de sódio. **Ciências Agrárias**, Teresina, v. 28, n. 3, p. 503-512, 2007.

PIRES, A. V. et al. Substituição da silagem de milho por cana-de-açúcar e caroço de algodão sobre o desempenho de vacas holandesas em lactação. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 11, n. 2, p. 251-257, 2010.

PRESTON, T. R. Nutritive value of sugar cane for ruminants. **Tropical Animal Production**, Merida, v. 2, n. 2, p. 125-142, 1977.

PRESTON, T. R. Nutritional limitation associated with the feeding of tropical forage. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 54, n. 4, p. 887-884, 1982.

RESENDE, K. T.; FERNANDES, M. H.; TEIXEIRA, I. A. Nutrição de cabras leiteiras. In: SIMPÓSIO DE CAPRINOS E OVINOS DA EV-UFMG, 2., 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 2007. p. 259-276.

RIBEIRO, E. G. et al. Níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar na alimentação de vacas de leite (consumo alimentar). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gnoses, 2000. 1 CD-ROM.

RODRIGUES, A. A. Potencial e limitações das dietas à base de cana-de-açúcar e ureia para recria de novilhas e para vacas em lactação. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE, 2., 1999, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: NGL, 1999. p. 65-75.

RODRIGUES, M. T. Alimentação de cabras leiteiras In: ENCONTRO NACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO DA ESPECIE CAPRINA, 8., 2004, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FMVZ-Unesp, 2004. p. 121-154.

RODRIGUES, R. C.; PEIXOTO, R. R. Avaliação nutricional do bagaço de cana-de-açúcar de micro destilaria de álcool para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 22, n. 2, p. 212-221, 1993.

SANTOS, V. P. D.; BITTAR, C. M. M.; NUSSIO, L. G. Degradabilidade *in situ* da matéria seca e da fração fibra da cana-de-açúcar fresca ou ensilada e da silagem de milho em diferentes ambientes ruminais. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 193-201, 2008.

SUTTON, J. D. et al. Rates of production of acetate, propionate, and butyrate in the rumen of lactating dairy cows given normal and low-roughage diets. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, n. 11, p. 3620-3633, 2003.

VALADARES FILHO, S. D. C.; PINA, D. D. S. Fermentação ruminal, In: BERCHIELLI, T. T., PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Eds). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006, p. 151-182.

VAN SOEST, P. J. Interactions of feeding behavior and forage composition. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GOATS, 4., 1987, Brasília. **Proceedings...** Brasília, 1987, p. 971-987.

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

WILKINSON, J.M.; STARK, B.A. The nutrition of goats. In: HARESIGN W.; COLE, J.A. (Ed.) **Recent advances in animal nutrition**. London: Butterworths, 1987. p. 91-106

CAPÍTULO 2

CONSUMO E PARÂMETROS RUMINAIS EM CABRAS ALIMENTADAS COM CANA-DE-AÇÚCAR EM SUBSTITUIÇÃO À SILAGEM DE MILHO

RESUMO – O experimento foi realizado com o objetivo de avaliar a cana-de-açúcar *in natura* em substituição à silagem de milho sobre consumo de matéria seca, parâmetros ruminais (pH e amônia), produção de ácidos graxos de cadeia curta e cinética da degradação dos volumosos e do concentrado em cabras adultas em manutenção. Foram utilizadas quatro cabras não-lactantes fistuladas no rúmen arranjadas em delineamento quadrado latino 4 x 4, utilizando-se os níveis de substituição de 0, 33 67 e 100% como variável independente. Os níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar não afetou o consumo de matéria seca, ganho de peso diário e pH ruminal, o que não ocorreu com a amônia que teve efeito quadrático, com máxima concentração para 74.43% de cana-de-açúcar. A produção de ácidos graxos de cadeia curta tiveram efeitos quadráticos nos diferentes tratamentos, observando-se máxima produção, para o nível de 0,59 e 32,70% de cana-de-açúcar, de ácido acético e butírico, respectivamente, e mínima concentração, para o nível de 10,36% de cana-de-açúcar, de ácido propiônico. Entretanto, a relação Ac:Pr diminuiu linearmente com o aumento da cana-de-açúcar em substituição da silagem de milho. A degradabilidade efetiva, potencial, a fração solúvel e potencialmente degradável da matéria seca e da fibra em detergente neutro dos volumosos não tiveram efeitos significativos nos diferentes ambientes ruminais formados pelos níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar. A degradabilidade da matéria seca da cana-de-açúcar, da silagem de milho e do concentrado tiveram valores de: 66,79; 72,62 e 93,06%, respectivamente, em 96 horas, para os volumosos, e 48 para o concentrado, de incubação. A degradabilidade efetiva, com taxa de passagem de $0,05\text{ h}^{-1}$, da matéria seca e da proteína bruta do concentrado, apresentou efeito quadrático nos diferentes ambientes ruminais, observando-se máxima degradação no nível 51,00 e 61,71% de cana-de-açúcar, respectivamente. A degradabilidade da fibra detergente neutro teve valores de: 37,10 e 51,82% para a cana-de-açúcar e silagem de milho, respectivamente, em 96 horas de incubação e 96,42% para a proteína bruta do concentrado em 48 horas de incubação. A cana-de-açúcar em substituição da silagem de milho pode ser utilizada na alimentação de cabras adultas em manutenção sem alterar o consumo de matéria seca.

Palavras-chave: ácidos graxos de cadeia curta, amônia, degradabilidade, matéria seca

INTAKE AND RUMINAL PARAMETERS IN GOATS FED SUGARCANE AS A SUBSTITUTE OF CORN SILAGE

ABSTRACT - The experiment was conducted to evaluate *in natura* sugar cane as a substitute of corn silage in the dry matter intake, ruminal parameters (pH and ammonia), production of short chain fatty acids and degradation kinetics of roughage and concentrate in adult goats in maintenance. Four non-lactating goats rumen fistulated were used and arranged in a 4x4 latin square design, using levels of substitution of 0, 33, 67 and 100% as independent variable. The levels of substitution of corn silage by sugar cane did not affect the dry matter intake, daily weight gain and ruminal pH, which did not occur with ammonia that had a quadratic effect, with maximum concentration for 74.43% of sugar cane. However, the relation Ac:Pr linearly decreased with the increase of sugar cane in substitution of corn silage. The effective degradability, potential, the soluble fraction of dry matter and neutral detergent fiber of roughage did not have significant effect in the different ruminal environments formed by the levels of substitution of corn silage by sugar cane. The degradability of dry matter of sugarcane, corn silage and concentrate had values of 66.79, 72.62 and 93.06% respectively, in 96 hours for roughage and 48 hours for concentrate, of incubation. The effective degradability, with rate of passage of $0.05h^{-1}$, of dry matter and crude protein of concentrate showed quadratic effect in the different ruminal environment, observing maximum degradation in the level of 51.00 and 61.71% of sugar cane, respectively. The neutral detergent fiber degradability had values of 37.10 and 51.82% for sugarcane and corn silage, respectively, in 96 hours of incubation, and 96.42% for crude protein of concentrate in 48 hours of incubation. The sugar cane as a substitute of corn silage can be fed to adult goats in maintenance without changing the dry matter intake.

Key words: ammonia, degradability, dry matter, short-chain fatty acids

INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é amplamente cultivada no Brasil e como forrageira tropical pode ser utilizada na alimentação animal, seja como alimento exclusivo enriquecido com ureia, para manutenção, ou como parte de dietas balanceadas, para produção. Estigmatizada por décadas como alimento inferior, recentemente vem adquirindo notoriedade pelas respostas biológicas satisfatórias (Lima et al., 2010).

A utilização desta gramínea na alimentação, especialmente de animais de baixa produção, é uma prática interessante considerando sua disponibilidade no período *crítico* de escassez de alimento, reduzindo ou substituindo a utilização de volumosos conservados, como silagens e fenos, que por seus custos elevados de produção muitas vezes não está ao alcance de pequenos produtores.

Em função de possuir altos teores de açúcares e alta produção de forragem, a cana-de-açúcar é considerada um volumoso estratégico para ser usado na alimentação de ruminantes (Moreira, 1983). No entanto, a cana-de-açúcar apresenta baixo valor nutritivo, limitado pela baixa digestão da parede celular que contribui com pouca energia metabolizável para o animal e reduz a eficiência de utilização dos açúcares solúveis (Nussio et al., 2006 e Carmo et al., 2001).

Os alimentos volumosos ingeridos pelos ruminantes como a cana-de-açúcar sofrem alterações físicas e químicas gerando compostos nutritivos, produto da fermentação ruminal. O rúmen é considerado uma câmara de fermentação que apresenta condições ambientais adequadas para a multiplicação e desenvolvimento de microrganismos que fermentam os alimentos ingeridos pelo animal, produzindo nutrientes necessários para sua sobrevivência e ácidos graxos, de cadeia curta, utilizados pelo hospedeiro como fonte de energia nos diferentes processos metabólicos.

Para que ocorra eficiente utilização dos nutrientes pelos ruminantes, as condições ecológicas dentro do rúmen devem ser mantidas dentro de certos limites, para garantir crescimento e metabolismo microbianos ruminais normais (Van Soest, 1994). O pH ruminal, a concentração de amônia e a taxa de passagem da digesta exercem marcado efeito na eficiência microbiana no tipos de microrganismos existentes e na disponibilidade de energia (Hoover, 1986; Russell & Wallace, 1997).

A natureza dieta, o nível de consumo, a ruminação são fatores determinantes na fermentação ruminal. Quando esta é composta à base de forragens, as proporções de ácidos graxos de cadeia curta no rúmen se mantêm em torno de 65: 25: 10 moles de

ácido acético, propiônico e butírico, já para dietas concentradas esta relação fica ao redor de 50: 40: 10: (Carvalho et al., 2003).

Neste sentido, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos da substituição 0, 33, 67 e 100% da silagem de milho pela cana-de-açúcar *in natura* sobre o consumo, fermentação e degradabilidade ruminal em cabras adultas em manutenção.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na UNESP - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, na Área de Produção de Caprinos, e aprovado pela Câmara de Ética em Experimentação Animal da mesma instituição, com protocolo de número 157/2008.

Foram utilizadas quatro cabras não gestantes, não lactantes e peso corporal de $42,45 \pm 4,40$ kg, providas de cânula ruminal. Os animais foram mantidos em galpão coberto, alojados em baias individuais com área de $3,5 \text{ m}^2$ e acesso a bebedouros, saleiros e cochos para alimentação.

O fornecimento das dietas experimentais foi realizado duas vezes ao dia, às 8:00 e 16:00 horas, na forma de ração completa e em quantidade suficiente para permitir 10% de sobras de alimento para amostragem. O fornecimento de água foi *ad libitum* em balde plástico com suporte instalado em cada baia.

O delineamento experimental foi um quadrado latino 4 x 4, para avaliar os efeitos de quatro dietas estruturadas por níveis de substituição do volumoso, com base na matéria seca, da silagem de milho pela cana-de-açúcar *in natura* picada, nas proporções de 0, 33, 67 e 100%:

Tratamento 0 (0% de cana-de-açúcar e 100% de silagem de milho);

Tratamento 33 (33% de cana-de-açúcar e 67% de silagem de milho);

Tratamento 67 (67% de cana-de-açúcar e 33% de silagem de milho) e

Tratamento 100 (100% de cana-de-açúcar e 0% de silagem de milho).

A cana-de-açúcar utilizada foi da variedade RB 72454, cujas mudas para plantio foram obtidas em canaviais da região. O milho utilizado foi cultivado na própria fazenda experimental e ensilado em tambores plásticos com capacidade de 200 kg. O milho utilizado foi da variedade Ag 4051, classificado como híbrido de textura dentada.

A cana-de-açúcar foi picada diariamente. A silagem de milho foi incorporada ao concentrado, formando uma mistura completa, obedecendo às proporções na relação volumoso:concentrado 40:60, com base na matéria seca. Essas proporções foram mantidas ao longo do experimento, ajustando-se a quantidade de volumoso ofertado, mediante determinação da matéria seca dos mesmos.

As dietas experimentais foram previamente formuladas para serem isoproteicas. Nos volumosos e concentrados, utilizados na elaboração das dietas experimentais, foram realizadas análises bromatológicas segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002) para proteína (PB), cinzas (CZ), extrato etéreo (EE); e Van Soest et al. (1991) para fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL) e lignina (L). Os carboidratos totais (CHOT), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados a partir das equações:

$$\text{CHOT} = 100 - \%PB - \%EE - \%CZ, \text{ segundo Sniffen et al. (1992),}$$

$$\text{CNF} = 100 - (\%PB + \%EE + \%CZ + \%FDN), \text{ segundo Van Soest et al. (1991), e}$$

$$\text{NDT} = \text{PBD} + \text{CNFD} + \text{FDND} + \text{AGD} \times 2,25 - 7, \text{ segundo o NRC (2001).}$$

$$\text{Em que PBD} = \text{PB} \times \text{Exp}[-1,2 \times \text{PIDA} / \text{PB}] \text{ para volumoso,}$$

$$\text{PBD} = [1 - (0,4 \times \text{PIDA} / \text{PB})] \times \text{PB} \text{ para concentrado,}$$

$$\text{CNFD} = 0,98 \times \text{CNF},$$

$$\text{FDND} = 0,75 \times (\text{FDN} - \text{L}) \times [1 - (\text{L} / \text{FDN}) \times 0,667],$$

$$\text{AGD} = \text{EE} - 1; \text{ e } 7 \text{ representa o NDT metabólico fecal.}$$

A PBD representa a proteína verdadeiramente digestível, CNFD os carboidratos não fibrosos verdadeiramente digestíveis, FDND a fibra detergente neutro digestível, AGD os ácidos graxos verdadeiramente digestíveis, PIDA a proteína indigestível em detergente ácido e L a lignina em detergente ácido.

Para o cálculo da energia metabolizável (EM) e energia líquida (EL), foram usados os valores do NDT e energia digestível (ED) nas equações a seguir, sugeridas pelo NRC (2001):

$$\text{ED (Mcal/kg)} = 0,04409 \times \text{NDT}(\%)$$

$$\text{EM (Mcal/kg)} = 1,01 \times \text{ED (Mcal/kg)} - 0,45$$

$$\text{EL (Mcal/kg)} = 0,0245 \times \text{NDT}(\%) - 0,12$$

As proporções dos ingredientes, as composições bromatológicas dos volumosos, do concentrado e das dietas experimentais são apresentadas nas Tabelas 1, 2 e 3.

Tabela 1. Proporções dos ingredientes nos diferentes tratamentos, expressa em gramas por quilograma de matéria seca

Ingredientes (g/kg)	Níveis de substituição (%)			
	0	33	67	100
Cana-de-açúcar	0	132	268	400
Silagem de milho	400	268	132	0
Fubá de milho	426	415	402	390
Farelo de soja	138	148	160	171
Calcário	10	10	10	10
Fosfato bicálcico	10	10	10	10
Ureia	6	7	8	9
Mistura mineral	10	10	10	10

Composição do suplemento mineral (quantidade/quilo do produto): S 200g, Mg 150 g, Zn 47210 mg, Fe 27000 mg, Cu 20000 mg, Mg 1200 mg, Co 1400 mg, I 1250 mg, Se 315 mg.

Tabela 2. Composição bromatológica, dos concentrados e dos volumosos, expressa em gramas por quilograma de matéria seca

Nutrientes (g/kg)	Concentrados				Volumosos	
	A	B	C	D	Silagem de milho	Cana-de-açúcar
Matéria seca	889	890	890	890	345	288
Matéria orgânica	964	963	962	962	960	985
Cinzas	36	37	38	38	40	15
Proteína bruta	204	216	230	242	72	15
Extrato etéreo	40	39	38	38	44	21
Fibra detergente neutro	116	117	118	119	326	407
Fibra detergente ácido	54	55	56	57	228	255
Carboidratos totais	689	680	669	659	843	949
Carboidratos não fibrosos	572	563	551	541	517	542
Cálcio	11	11	11	11	3	3
Fósforo	6	7	7	7	2	1
Nutrientes digestíveis totais	869	844	814	764	777	710
Energia metabolizável (Mcal/kg)	3,49	3,38	3,24	3,02	3,07	2,77
Energia líquida (Mcal/kg)	2,01	1,95	1,87	1,75	1,78	1,62

Tabela 3. Composição bromatológica, das dietas experimentais, expressa em gramas por quilograma de matéria seca

Nutrientes (g/kg)zx	Níveis de substituição (%)			
	0	33	67	100
Matéria seca	672	664	657	649
Matéria orgânica	962	965	968	971
Cinzas	38	35	32	29
Proteína bruta	152	151	151	151
Extrato etéreo	41	38	34	31
Fibra detergente neutro	200	211	223	234
Fibra detergente ácido	124	128	132	136
Carboidratos totais	751	759	767	775
Carboidratos não fibrosos	550	548	544	541
Cálcio	8	8	8	8
Fósforo	5	4	4	4
Nutrientes digestíveis totais	832	808	781	743
Energia metabolizável (Mcal/kg)	3,325	3,215	3,092	2,918
Energia líquida (Mcal/kg)	1,920	1,860	1,794	1,700

O período experimental foi de 92 dias, divididos em quatro períodos de 23 dias, sendo 12 para adaptação e ajuste do consumo voluntário dos alimentos e 11 para coleta de dados. A dinâmica do peso corporal foi monitorada através de pesagens no início de cada período e no final do experimento. Cinco dias, de cada período, foram para o registro do consumo de alimento, um dia para medição e registro do pH ruminal e coletas de amostras de líquido ruminal, para determinação dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e nitrogênio amoniacal (N-NH₃); e cinco dias em que foram incubados, no rúmen, os sacos de náilon para determinação da degradabilidade *in situ* da matéria seca (MS) e FDN dos volumosos e MS e PB do concentrado.

O consumo voluntário do alimento e nutrientes foi estimado pela média dos cinco dias de registro e calculado pela diferença entre o fornecido e as sobras das dietas experimentais. Dos alimentos fornecidos e das sobras foram coletadas amostras para determinação do consumo de MS.

Na determinação dos parâmetros de fermentação ruminal foram coletadas amostras de líquido ruminal a cada duas horas por um período de tempo de 12 horas,

sendo o início às 08:00 horas antes do fornecimento das dietas experimentais e o final às 20:00 horas, totalizando sete coletas. Foram coletados 200 ml de conteúdo ruminal, retirado de várias partes do rúmen, filtrado em gaze para separar o líquido da parte sólida e, após colheita das devidas alíquotas da parte líquida, as duas partes foram devolvidas para o rúmen. Neste dia os fornecimentos das dietas, aos animais, foram às 8:00 e 20:00 horas.

Na medição do pH ruminal uma alíquota de líquido ruminal foi colocada em um Becker de 100 ml, e com auxílio de pHmetro digital portátil, calibrado em soluções tampões de pH 4,0 e 7,0, realizaram-se as diferentes medições.

Na determinação dos AGCC, alíquotas de líquido ruminal foram colocadas em tubos de 15 ml e centrifugadas a 3000 rpm por 15 minutos. Do sobrenadante, 2 ml foram transferidos para tubos de vidro com tampa (vacuotaner), contendo 0,4 ml de ácido fórmico P.A. Estas amostras, em duplicata, foram armazenadas em 0°C até o momento das análises de ácido acético, propiônico e butírico, realizadas por meio de cromatografia gasosa, segundo método descrito por Erwin et al. (1961). Para esta avaliação foi utilizado um cromatógrafo a gás (Thermo Scientific®, modelo Focus GC) com injetor automático de amostras (Thermo Electron Corporation®, modelo AS-3000), equipado com coluna de vidro de 2m de comprimento e 1/5" de diâmetro interno empacotada com fase estacionária 80/120 Carbopack® B-DA/4% Carbowax® 20M (Supelco®) e detector de ionização de chama (FID), mantido à 270°C. O forno do cromatógrafo a gás foi mantido a 190°C durante as análises e a temperatura do injetor foi de 220°C. O gás de arraste foi o H₂ de alta pureza, mantido em fluxo de 30 mL/min. O número de repetições por amostra foi aquele necessário para que a diferença entre leituras fosse inferior a 5%.

Na determinação do N-NH₃, alíquotas de líquido ruminal foram colocadas em tubos de 15 ml e centrifugadas a 3000 rpm por 15 minutos. Do sobrenadante, 2 ml foram transferidos para tubos de vidro com tampa (vacuotaner) contendo 1 ml de H₂SO₄. Estas amostras por duplicata foram armazenadas em freezer para determinações laboratoriais posteriores de N-NH₃, cujo exame foi realizado por meio de colorimetria, segundo método descrito por Kulasek (1972) e adaptado por Foldager (1977).

A degradabilidade *in situ* da cana-de-açúcar, da silagem e do concentrado foi avaliada pela técnica descrita por Mehrez & Ørskov (1977). Um dia antes da preparação das amostras, os sacos de náilon (10 x 20 cm) com porosidade de 50 µm

foram colocados em estufa a 55°C por uma noite. Na manhã seguinte, os sacos previamente identificados foram fixados cada um a uma argola de metal, com auxílio de elástico, e pesados em balança analítica de precisão. A área utilizada para incubação foi de 10 x 10cm e aproximadamente quatro gramas de cada amostra foram colocadas em cada saco de náilon de acordo com a técnica padronizada citada por Vanzant et al. (1998). Os sacos foram fixados, por meio de mosquetão, a um cordão de náilon com tamanho suficiente para que o material atingisse a região ventral do rúmen. Os tempos de incubação estabelecidos foram: 0; 1,5; 3; 6; 12; 24 e 48 horas para o concentrado e 0; 6; 12; 24; 48; 72 e 96 horas para os volumosos, totalizando 18 sacos de náilon por cabra (seis por alimento) em cada período experimental. Os sacos foram inseridos no rúmen em ordem cronológica decrescente, de modo a serem retirados todos simultaneamente no final do tempo de incubação, isto com o intuito de evitar excessiva manipulação do ambiente ruminal. Imediatamente após a retirada, os sacos de náilon foram colocados em balde com água gelada para impedir qualquer fermentação posterior. Foram então lavados à mão, em água corrente e abundante até que o líquido de lavagem fluísse incolor e colocado em estufa a 65°C com ventilação de ar forçado por um período de 72 horas, e esfriado em dessecador. Foram registrados seus pesos para determinação da degradabilidade da MS da cana-de-açúcar, da silagem de milho e do concentrado, e por análises bromatológicas da FDN e PB, de volumoso e de concentrado, a degradabilidade destes nutrientes.

A degradabilidade no tempo zero foi tomada colocando os sacos de náilon em banho maria a 39°C por 5 minutos, depois lavados em água corrente, secados em estufa com ventilação de ar forçado a 65°C, resfriados, pesados e registrados seus valores.

Para o cálculo da degradabilidade da matéria seca foi utilizada a seguinte fórmula:

$$DgMS\% = 100 \times [1 - (PSPI - PSV) / (PSAI - PSV)],$$

Em que

DgMS% = degradabilidade da MS em porcentagem;

PSPI = peso do saco após incubação;

PSAI = peso do saco antes da incubação;

PSV = peso do saco vazio.

Para estimativa dos parâmetros de degradabilidade da MS, da FDN e da PB dos alimentos, nos diferentes tempos de incubação, foi utilizado o modelo proposto por Ørskov & McDonald (1979): $p = a + b (1 - e^{-ct})$, em que “p” é a degradação obtida em cada tempo; “a” é a fração solúvel; “b” é a fração potencialmente degradável da fração insolúvel que seria degradada a uma taxa “c”; “c” é a taxa de degradação da fração “b”; e “t” é o tempo de incubação em horas.

Os parâmetros “a”, “b” e “c” da equação exponencial, gerados pelo PROC NLIN do SAS (SAS Institute Inc., 2008), foram utilizados para calcular a degradabilidade potencial ($D_p = a + b$), representada pela quantidade de alimento que pode se solubilizar ou degradar dentro do rúmen se o tempo não for um fator limitante. A degradabilidade efetiva (D_e), que representa a quantidade de alimento realmente degradado no rúmen, é definida pelo tempo no qual o alimento está realmente no rúmen. Foi calculada segundo o modelo matemático proposto por Ørskov & McDonald (1979): $D_e = a + [(b \times c) / (c + k)]$, em que k é a taxa de passagem de sólidos pelo rúmen. No presente estudo, utilizou-se taxa de passagem de MS de 0,02 e 0,05 por horas.

Quando o parâmetro “a” foi negativo, os dados foram ajustados em um modelo alternativo: $p = b (1 - e^{-c(t-L)})$, em que “L” representa o tempo de colonização (McDonald, 1981). O cálculo da degradabilidade ruminal efetiva e potencial foi realizado como descrito acima, apenas considerando o parâmetro “a” como valor zero.

Os dados foram submetidos a análises de variância pelo programa computacional SAEG – Sistema de Análise Estatística e Genética, versão 9.0 (UFV, 2000), incluindo como causas de variação os efeitos de: tratamento, período e animal. Para as variáveis pH ruminal, concentração ruminal total de AGCC e $N-NH_3$ foi adicionado ao modelo acima citado o fator medidas repetidas no tempo, referente às diferentes horas de amostragem. As características que apresentaram efeito significativo para tratamento e ou tempo, caso incluídas na análise, foram avaliadas pelo uso de regressão polinomial. Em todas as análises o nível de significância adotado foi 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) ruminal foi influenciado pelos níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar. Entretanto, o consumo de

matéria seca (MS), ganho de peso diário (GPD) e pH não foram afetados pelos tratamentos. Também não foi observada influência do tempo de coleta e da interação de níveis de substituição e de tempo de coleta para o pH e N-NH₃ (Tabela 4).

Tabela 4. Consumo de matéria seca (CMS), ganho de peso diário (GPD), pH ruminal e produção de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) em função dos níveis de cana-de-açúcar no volumoso

Variáveis	Tratamentos (%)				Média	CV (%)
	0	33	67	100		
CMS (kg/dia)	1,596	1,530	1,558	1,475	1,540	8,214
GPD (kg/dia)	0,086	0,126	0,084	-0,074	0,055	62,07
pH ruminal	6,14	6,15	6,08	6,15	6,13	6,43
N-NH ₃ (mg/dL)	21,07	23,59	28,12	25,01	24,20	30,79
$\hat{Y} = 20,4288 + 0,158212X - 0,00106278X^2$ * ($R^2 = 0,722$)						

CV = coeficiente de variação; R^2 = coeficiente de determinação; X = níveis de substituição da cana-de-açúcar no volumoso; * = P<0,05.

O consumo de MS não foi influenciado pelos níveis de cana-de-açúcar, embora Pereira et al. (1996) tenham relacionado negativamente a cana-de-açúcar ao consumo de matéria seca, não apenas pela fração indigestível, mas também pela baixa taxa de digestão da fibra potencialmente degradável, que apresenta elevado efeito de repleção ruminal.

A média do consumo de MS de 1,540 foi superior às exigências para cabras adultas em manutenção com peso vivo de 40kg (NRC, 2007). O maior consumo empreendido pelas cabras pode estar relacionado à maior participação do concentrado (60%), que aumenta a densidade energética da dieta. Como o consumo de MS é regulado pela demanda de energia (Mertens, 1996; Rodrigues, 1999), o aumento de ração concentrada nas dietas de ruminantes resultou em aumento da ingestão de MS, que proporcionou maior aporte de matéria orgânica digestível e diminuiu a concentração de fibra, evitando o efeito da repleção ruminal. Esse maior consumo pode explicar o ganho de peso médio das cabras durante o experimento, de 55g/dia.

Com média de 6,13 o pH ruminal não foi influenciado pelos níveis de substituição da cana-de-açúcar e nem pelo tempo de coleta (Tabela 4). Este valor é inferior a 6,3 e 6,74 e 6,33, estes encontrados por Valvasori et al. (2001), Magalhães et al. (2006) e

Souza et al. (2008), em dietas com participação da cana-de-açúcar e/ou silagem de milho na alimentação de bovinos.

A maior participação do concentrado nas dietas diminuiu o pH a valores que prejudicam microrganismos fermentadores de carboidratos estruturais, quando se utilizam alimentos prontamente fermentescíveis. Segundo Hoover (1986) a queda do pH ruminal para aproximadamente 6,0 causa uma pequena redução na digestão das fibras. Gonçalves et al. (2001), na alimentação de cabras leiteiras, constataram decréscimo do pH com maior participação do concentrado na dieta, sendo de 7,05 para a dieta com 0% de concentrado para 5,85 para a dieta com 80%. Segundo os autores a queda do pH está relacionado com a menor atividade de ruminação, o que reduz a produção de saliva com consequente diminuição tamponante. Também, o ecossistema ruminal que recebe dietas à base de cana-de-açúcar apresenta variada população de protozoários que metabolizam os carboidratos solúveis, que posteriormente serão fermentados para produzir ácidos graxos de cadeia curta, evitando assim quedas pós-prandiais bruscas do pH ruminal, favorecendo a integridade funcional do rúmen (Lopes et al., 2002). Estes autores, em estudo de defaunação em ovinos lanados alimentados com cana-de-açúcar, não observaram diferenças nos valores de pH ruminal, os quais se mantiveram próximos à neutralidade, independentemente do tempo de amostragem, o que pode ser considerado normal para dietas à base de cana-de-açúcar.

Outro fator que pode ter contribuído para queda do pH ruminal foi tamanho de partícula dos volumosos utilizados, que pode ter favorecido a seletividade dos animais, prejudicando a mastigação e o aumento da produção de saliva que serve como tamponante no ambiente ruminal. Segundo Ryle & Ørskov (1987) dietas à base de volumoso exigem prolongado tempo dedicado à mastigação e ruminação, promovendo abundante salivação, o que resulta em valores de pH normalmente altos e razoavelmente constantes.

Na Figura 1 são apresentados os valores para pH ruminal para as amostras nos diferentes tempos de coleta. Observa-se queda nos valores de pH ruminal ocorrida por volta de duas horas após o fornecimento da alimentação (8h:00). Esta queda pode ser consequência da maior participação do concentrado e da seletividade dos animais em preferir consumir primeiramente o concentrado e as partes mais suculentas dos volumosos, embora a dieta fosse fornecida como mistura completa. Esse tempo de queda está dentro do relatado por Ørskov (1986), em que a redução do pH ruminal

ocorre entre 0,5 e 4 horas após a alimentação e caracteriza o pico de fermentação ruminal. Nesse período a queda do pH ruminal pode resultar em um quadro de distúrbio nutricional como a acidose, dado pelo acúmulo excessivo de ácidos no rúmen (Basto, 2009). Os valores de pH ruminal, na maioria dos tempos de coleta, se mantiveram abaixo de 6,2, o que podem inibir o crescimento das bactérias fermentadoras de carboidratos fibrosos e diminuir significativamente a síntese de proteína microbiana (Strobel & Russell, 1986). Sob condições normais os microrganismos fermentadores de carboidratos fibrosos crescem bem em pH 6,7 (Valadares Filho & Pina, 2006; Hoover & Stokes, 1991).

Observam-se picos de pH ruminal às 12h:00 e 18h:00, o que pode ser atribuído aos horários de refeições das cabras e à ruminação do alimento que permitiu elevar o pH ruminal, nesses horários. Segundo Piazini (2004) o pH ruminal é uma variável correlacionada ao comportamento ingestivo do animal e depende do tempo de mastigação e salivacção, bem como da frequência de ingestão e ruminação, podendo ser mantido em condições normais pelo aumento do poder de neutralização da saliva ou diminuído pela produção de ácidos (Church, 1993).

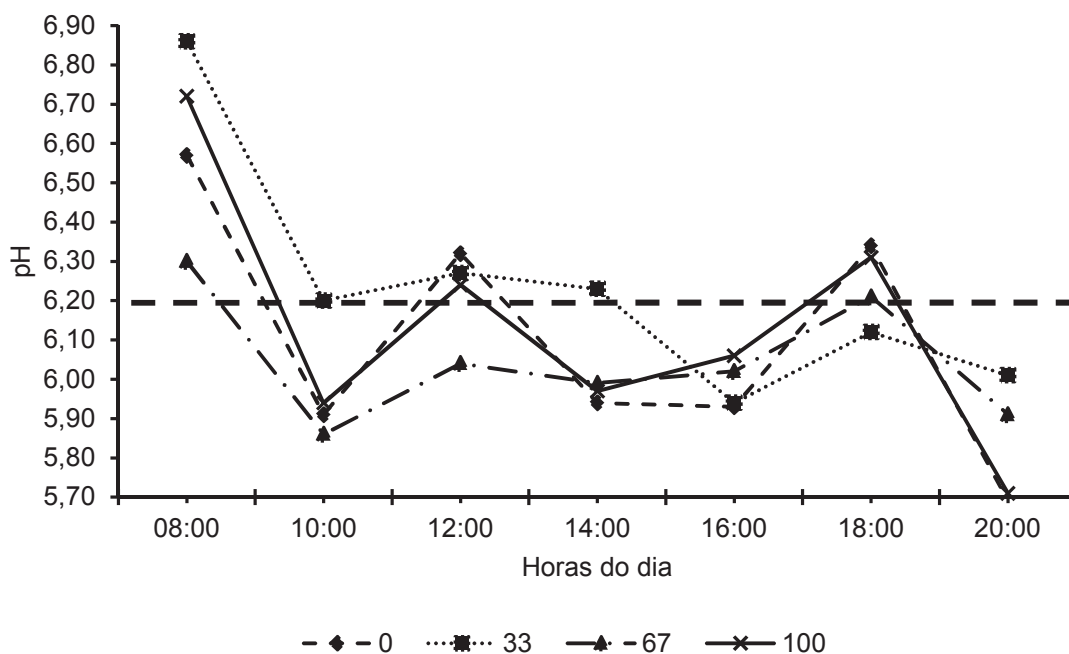


Figura 1. Efeito dos níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar sobre o pH ruminal em função dos horários de coleta.

Os valores de N-NH_3 foram influenciados pelos níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar, tendo como efeito comportamento quadrático com

concentração máxima de 26,32 (mg/dL) para o nível de 74,43% de cana-de-açúcar (Figura 2). Estes valores observados foram superiores aos encontrados por Valvasori et al. (2001) e Magalhães et al. (2006), de 18,82 e 11,32 mg/dL, respectivamente, em bovinos alimentados com níveis crescentes de cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho na relação volumoso:concentrado 60:40 e 16 mg/dl encontrado por Souza et al. (2008) em dietas à base de cana-de-açúcar suplementadas com níveis crescentes de ureia. Os níveis de ureia nas dietas com cana-de-açúcar podem ter contribuído à solubilização do composto não nitrogenado e aumentado a concentração de N-NH₃ até 74,43% de cana-de-açúcar, observando-se diminuição após este nível possivelmente pela disponibilidade de carboidratos solúveis da cana-de-açúcar para formação de proteína microbiana.

A média de N-NH₃ de 24,20 mg/dL é superior ao valor de 5 mg/dL de líquido ruminal, considerado o mínimo necessário para garantir boa atividade dos microrganismos ruminais e não limitar seu crescimento (Satter & Slyter, 1974). Segundo Mehrez et al. (1977) a máxima atividade fermentativa de fontes de carboidratos ocorreria em concentrações de 19 a 23 mg de N amoniacal/dL de líquido ruminal. Esta disponibilidade de N no rúmen promove o crescimento microbiano até limite das exigências dos microrganismos (Van Soest, 1994) e essa exigência está relacionada à disponibilidade de carboidratos fermentescíveis, à produção de ATP e à eficiência de conversão em células microbianas (Branco et al., 2010). Outro fato a ser considerado é relatado por Santos (2006), que quando a velocidade de degradação ruminal da proteína ou das suas fontes excede a de utilização dos compostos nitrogenados para síntese microbiana, o excesso de amônia produzida no rúmen atravessa a parede ruminal e pode ser perdida via urina na forma de ureia. Outra parte da amônia pode ser reciclada para o rúmen, via ciclo da ureia, pela saliva durante a ruminação (Van Soest, 1994) e manter valores relativamente altos de N-NH₃, como os registrados neste experimento.

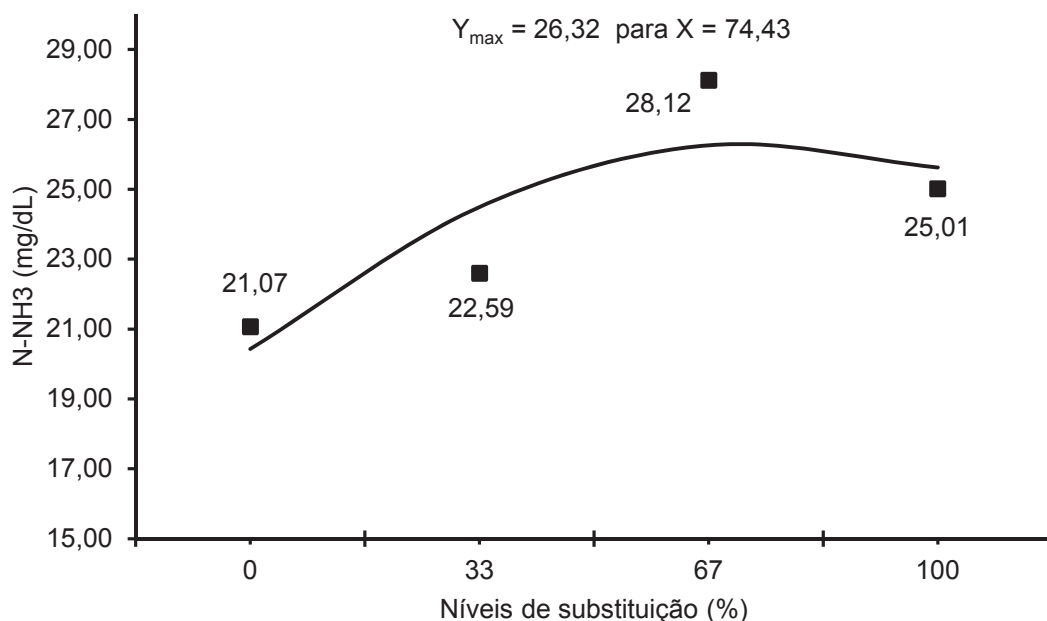


Figura 2. Concentração de nitrogênio amoniacal em função dos níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar.

Na maioria dos tratamentos o pico da concentração de N-NH_3 ocorreu duas horas após alimentação (Figura 3), o que pode ser atribuído ao excesso de proteína bruta das dietas, em se tratando de cabras em manutenção, e à ureia presente no concentrado. Segundo Santos (2006), em dietas com o fornecimento de ureia, o pico de amônia ocorre normalmente de uma a duas horas e no caso de proteína verdadeira, esse pico ocorre entre três a cinco horas após alimentação, dependendo da degradabilidade ruminal dessa fonte. Após o pico de produção o N-NH_3 foi diminuindo ao longo do período de coleta, este fato pode indicar que parte desta produção foi aproveitada pelos microrganismos do rúmen para formar proteína microbiana, outra parte reciclada para o rúmen e o excesso eliminado pela urina.

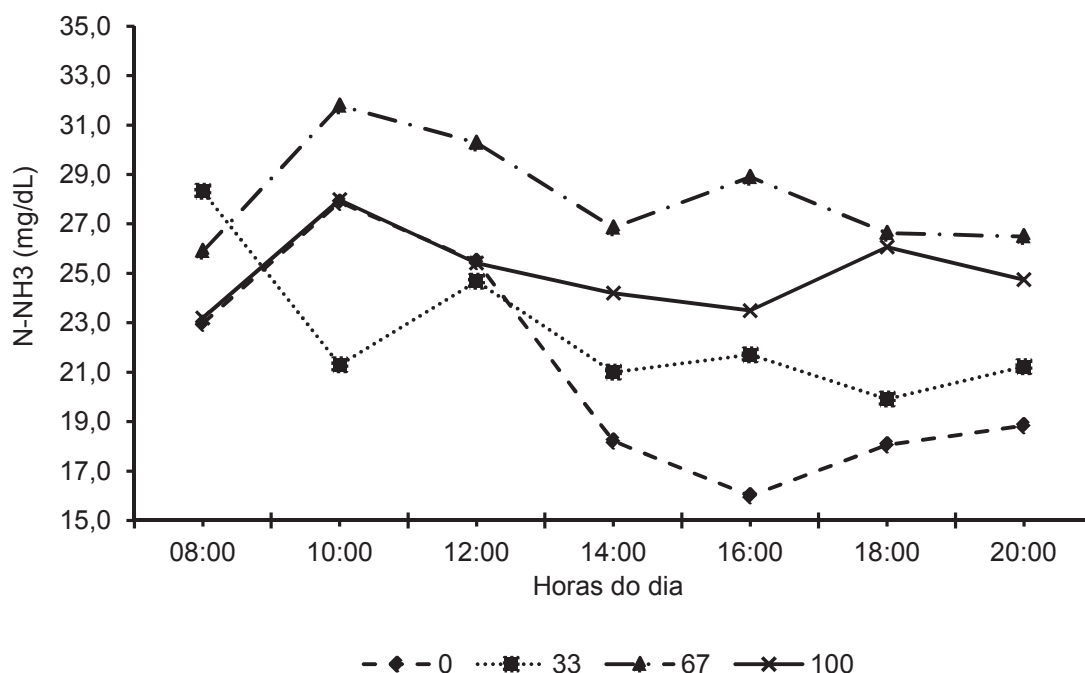


Figura 3. Efeito dos níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar sobre o nitrogênio amoniacal em função dos horários de coleta.

Foram encontradas diferenças significativas para os valores de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), proporções molares de ácido acético, propiônico e butírico e ralação acético:propiônico (Ac:Pr), nos níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar e em função do tempo (Tabela 5). Entretanto, não houve interação entre tratamento e tempo.

A produção de ácido acético e butílico apresentou comportamento quadrático, sendo a concentração máxima registrada para o nível de 0, 59 e 32,70% de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar, respectivamente. Já o ácido propiônico apresentou comportamento contrário, com mínima concentração, para o nível de 10,36% de cana-de-açúcar (Figura 4). Estes resultados são contrários aos encontrados por Valvasori et al. (2001) em vacas em manutenção alimentadas com dietas com 60% de volumoso contendo níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar. Os carboidratos solúveis presentes na cana-de-açúcar podem ter contribuído ao fornecimento de energia para os microrganismos ruminais, consequentemente à produção de ácidos graxos de cadeia curta, especialmente ácido propiônico. Segundo Sutoh et al. (1996) a sacarose na dieta aumenta a energia bruta no rúmen, podendo intensificar a digestibilidade da matéria orgânica do alimento ingerido. Além disso, os produtos da fermentação ruminal são determinados pela

natureza da dieta que pode mudar a atividade metabólica dos microrganismos (Bergman, 1990), como a queda do pH ruminal a valores que favorecem o crescimento de microrganismos fermentadores de carboidratos não fibrosos, prejudicando fermentadores de carboidratos estruturais ou fibrosos. Consequentemente a relação acético:butírico diminui. Outro fator a ser considerado é a frequência com que os nutrientes chegam ao rúmen, evidenciando-se picos diferentes de produção de ácido acético e propiônico.

Tabela 5. Concentrações de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), ácido acético, propiônico, butírico e relação acético:propiônico (Ac:Pr) em função dos níveis de cana-de-açúcar no volumoso e dos tempos de coleta

Variáveis	Níveis de substituição (%)				Média	CV (%)
	0	33	67	100		
Acético (mM/100mM)	63,31	61,56	61,49	57,24	60,90	4,32
	$\hat{Y} = 63,0139 + 0,00066051X - 0,00055603X^2$ ($R^2 = 0,917$)					
Acético - tempo	$\hat{Y} = 62,8853 - 0,619085h + 0,0332515h^2$ ($R^2 = 0,420$)					
Propiônico (mM/100mM)	22,10	24,19	23,50	30,35	25,04	16,21
	$\hat{Y} = 22,612 - 0,0338197X + 0,00106327X^2$ ($R^2 = 0,872$)					
Propiônico - tempo	$\hat{Y} = 20,8630 + 1,27445h - 0,0668211h^2$ ($R^2 = 0,711$)					
Butírico (mM/100mM)	14,59	14,25	15,00	12,41	14,06	15,42
	$\hat{Y} = 14,3723 + 0,0331728X - 0,000507241X^2$ ($R^2 = 0,758$)					
Butírico - tempo	$\hat{Y} = 16,2496 - 0,654487h + 0,0334896h^2$ ($R^2 = 0,950$)					
AGCC total (mM)	89,62	87,70	79,09	89,66	86,52	17,41
	$\hat{Y} = 90,9178 - 0,308501X + 0,0028355X^2$ ($R^2 = 0,569$)					
AGCC total - tempo	$\hat{Y} = 78,5723 + 1,32436h$ ($r^2 = 0,632$)					
Relação Ac:Pr	2,96	2,64	2,73	2,11	2,61	21,52
	$\hat{Y} = 2,9811 - 0,00740179X$ ($r^2 = 0,786$)					
Relação Ac:Pr - tempo	$\hat{Y} = 3,26801 - 0,204967h + 0,011051h^2$ ($R^2 = 0,700$)					

CV = coeficiente de variação; X = níveis de substituição da cana-de-açúcar no volumoso; h = tempo de coleta; R^2 = coeficiente de determinação; * = $P < 0,05$.

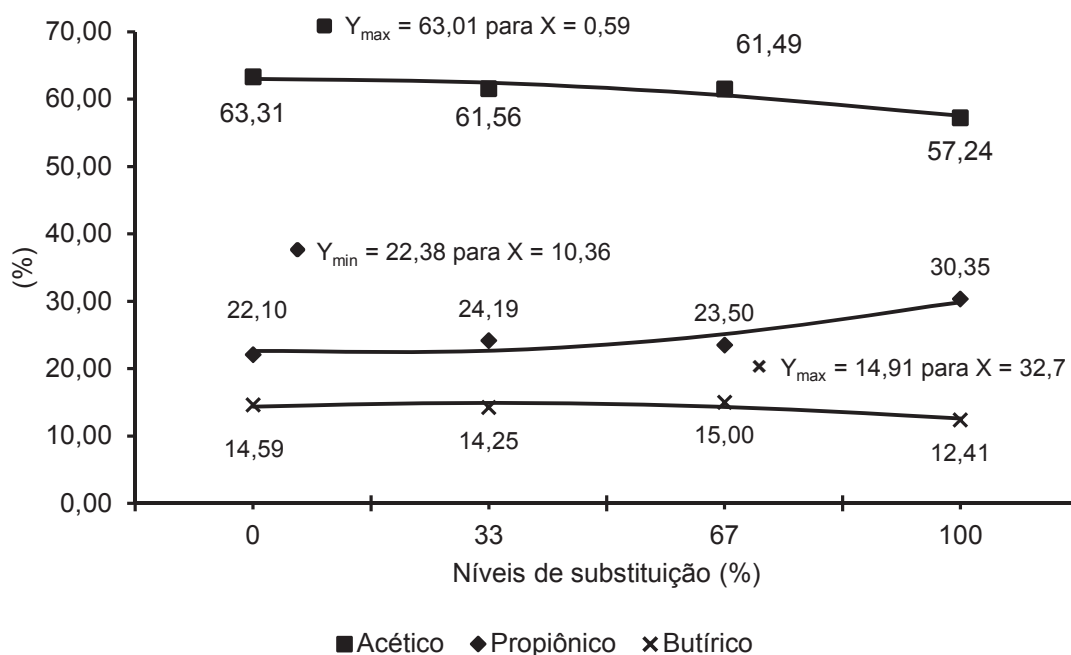


Figura 4. Concentração de ácidos graxos de cadeia curta em função dos níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar.

A produção de AGCC foi influenciada pelos tratamentos (efeito quadrático) registrando-se mínima concentração para o nível de 54,40% de cana-de-açúcar (Figura 5). Este resultado é contrário aos de Valvasori et al. (2001), em dietas com 60% de volumoso, em que não foi encontrada diferença na produção de AGCC nos níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar. Possivelmente a preferência das cabras pelo concentrado e da silagem de milho em relação à cana-de-açúcar influenciaram em maiores produções de AGCC nas dietas com 0 e 100% substituição.

A relação acético:propiônico diminuiu com o aumento dos níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar. Tal fato é atribuído à maior produção de ácido propiônico em relação ao acético conforme o aumento da cana-de-açúcar (Figura 5).

A média da proporção molar de ácido acético, propiônico e butírico foi de 61:25:15. Estes valores são semelhantes aos encontrados por Valvasori et al. (2001), de 62:25:13, para dietas com relação volumoso:concentrado de 60:40; e Bastos (2009) obteve proporções de 60:26:14, relatando que estes valores apresentaram padrão de

fermentação esperado para a relação volumoso:concentrado de 30:70. Segundo Bergman (1990) as proporções molares de acético, propiônico e butírico nos mamíferos podem variar de cerca de 75:15:10 para 40:40:20.

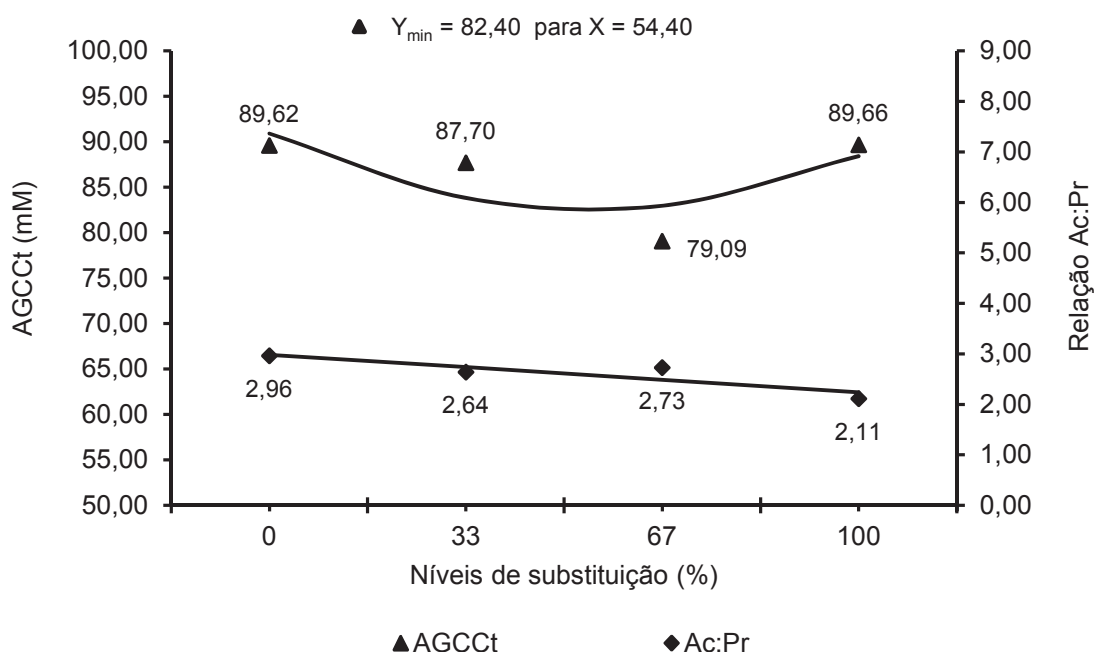


Figura 5. Concentração de ácido graxo de cadeia curta total (AGCCt) e relação acético:propiônico em função dos níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar.

Os horários de coleta influenciaram as concentrações ruminais de ácido acético, propiônico e butírico, apresentando efeito quadrático, registrando-se maior produção de ácido propiônico e menor de acético e butírico entre oito e dez horas após o fornecimento das dietas (Figura 6). Estes valores refletiram as concentrações de AGCC que foram aumentando com a elevação dos níveis de cana-de-açúcar (Figura 7). Valvasori et al. (2001) também encontraram diferenças nos horários de coleta para as concentrações de ácido propiônico e AGCC em dietas com níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar, e o pico de produção ocorreu entre a segunda e quarta hora após alimentação.

A participação do concentrado na dieta (60%) e o comportamento ingestivo das cabras podem ter favorecido o decréscimo da produção de ácido acético em relação ao ácido propiônico e diminuindo a relação entre eles ao longo do tempo de coleta.

Também as dietas concentradas favoreceram a diminuição do pH, consequentemente a atividade fermentativa no rúmen, especialmente das bactérias fermentadoras de amido com produção de AGCct, especialmente de ácido propiônico. Segundo Valadares Filho & Pina (2006) em dietas com altos teores de concentrado, o pH ruminal exerce uma seleção sobre os microrganismos sensíveis ao mesmo, e quando este declina abaixo de 6,2, as bactérias fermentadoras de carboidratos não fibrosos, resistentes à acidez, aumentam, enquanto que as bactérias fermentadoras de carboidratos estruturais diminuem; assim, a atividade relativa da amilase em relação à celulase aumenta.

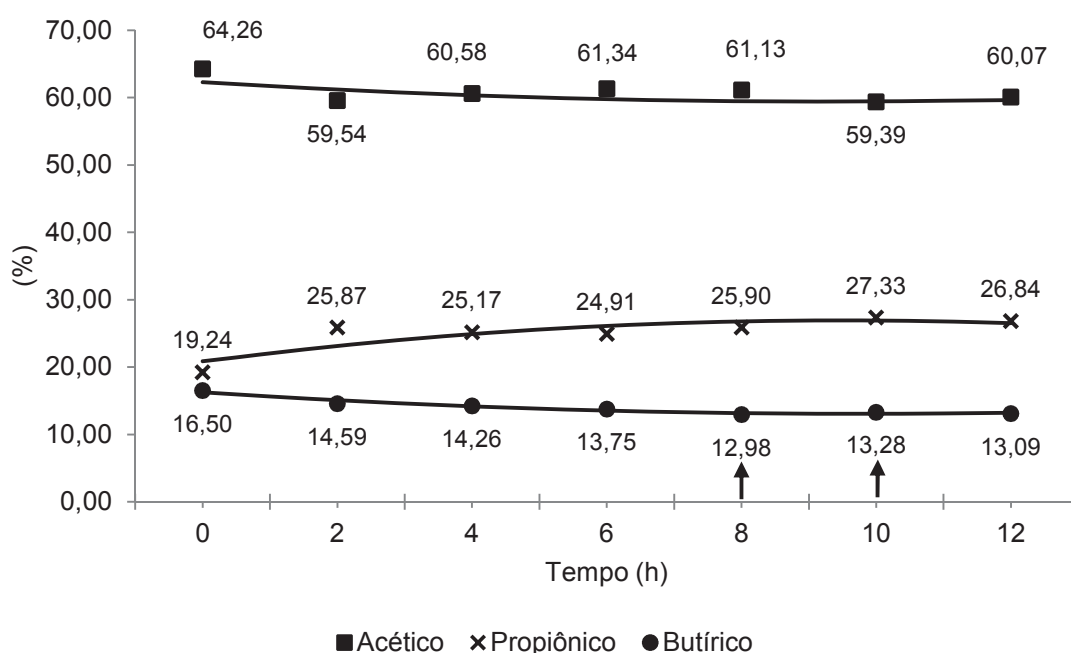


Figura 6. Concentração dos ácidos graxos de cadeia curta em função do tempo de coleta.

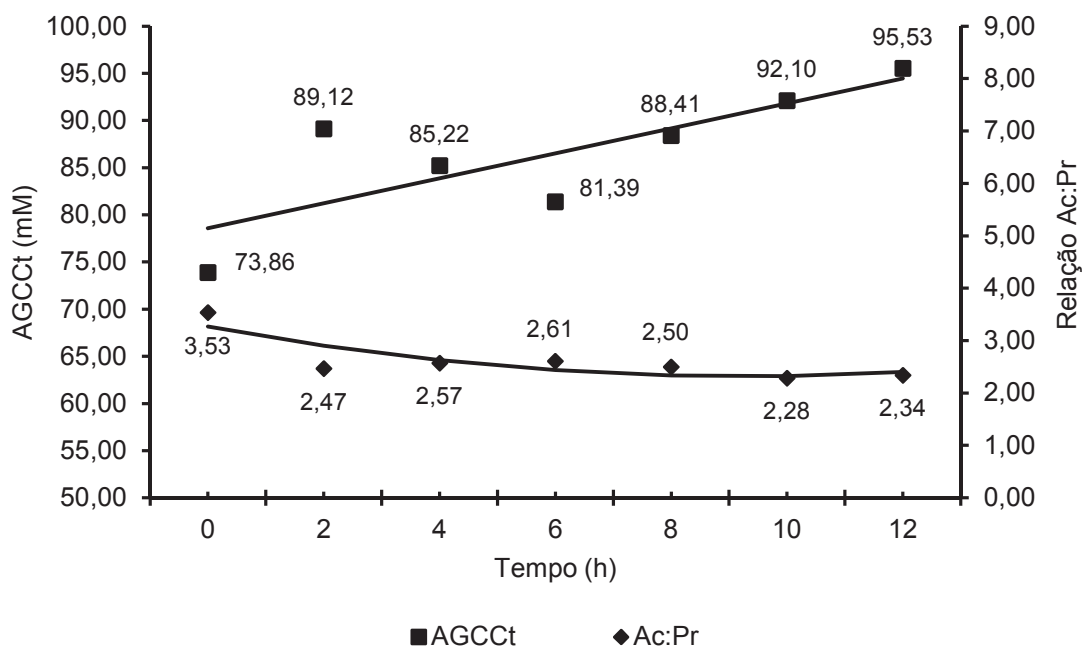


Figura 7. Concentração de ácido graxo total e relação acético:propiónico em função do tempo de coleta.

A degradabilidade potencial (Dp), a fração solúvel (A), a fração potencialmente solúvel (B), a taxa de degradação (C) e a degradabilidade efetiva (De) para 0,02 e 0,05/h da MS dos volumosos não foram afetadas pelos diferentes ambientes ruminais oriundos das dietas com níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar (Tabela 6). Pela maior participação do concentrado nas dietas e pelo tamanho da partícula, semelhante, dos volumosos, possivelmente os ambientes ruminais foram parecidos. Segundo Valadares Filhos & Pina (2006) a ocorrência de microrganismos fermentadores de carboidratos fibrosos em número reduzido, em animais alimentados com dietas ricas em concentrados, depende do tamanho da partícula da fibra e da taxa de passagem.

Tabela 6. Valores de degradabilidade da fração solúvel (A), da fração potencialmente solúvel (B), da taxa de degradação (C), da degradabilidade efetiva (De) para taxas de passagens de 2,00 e 5,00% por hora, e da degradabilidade potencial (Dp) da matéria seca (MS) dos volumosos e do concentrado em função dos níveis de cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho

Variáveis	Níveis de substituição (%)				Média	CV (%)
	0	33	67	100		
Degradabilidade da MS da cana-de-açúcar (%)						
A	41,71	41,58	41,42	40,81	41,38	1,98
B	23,89	24,80	24,50	24,50	24,42	5,97
C (%/h)	0,04	0,05	0,05	0,06	0,05	25,70
De (0,02/h)	57,24	58,09	58,62	58,76	58,18	1,37
De (0,05/h)	52,12	53,01	53,61	53,76	53,12	1,57
Dp	65,60	66,38	65,92	65,31	65,80	3,30
Degradabilidade da MS da silagem de milho (%)						
A	20,92	21,22	20,05	22,34	21,13	10,19
B	47,50	47,92	48,66	52,73	49,20	7,46
C (%/h)	0,09	0,08	0,12	0,07	0,09	33,87
De (0,02/h)	58,72	58,79	60,88	58,82	59,30	3,47
De (0,05/h)	50,09	49,92	53,33	49,44	50,70	5,12
Dp	68,42	69,14	68,72	75,07	70,33	7,85
Degradabilidade da MS do concentrado (%)						
A	21,90	20,95	24,66	22,34	22,46	16,65
B	70,96	74,97	70,43	66,91	70,82	10,78
C (%/h)	0,09	0,10	0,12	0,11	0,11	27,93
De (0,02/h)	80,18	82,41	84,48	78,08	81,29	4,64
De (0,05/h)	67,90	69,61	73,73	67,03	69,57	3,87
$\hat{Y} = 67,2243 + 0,195092X - 0,00190286X^2$ * ($R^2 = 0,671$; $Y_{\max} = 67,22$ para $X = 51$)						
Dp	92,86	95,91	95,09	89,24	93,28	6,40

CV = coeficiente de variação; X = níveis de substituição da cana-de-açúcar no volumoso; R^2 = coeficiente de determinação; P(Max) = ponto de máxima ou mínima; * = $P < 0,05$.

A Dp da MS da cana-de-açúcar, de 65,80%, é superior às relatadas por Pinto et al. (2007), de 54,73 e 62,01% para a cana-de-açúcar tratada com 0 e 3% de hidróxido de sódio, respectivamente; e inferior à encontrada por Aroeira et al. (1995), de 77,50%, em bovinos alimentados com cana-de-açúcar, suplementada com farelo de algodão na relação 77,5:22,5. Em outro estudo, Santos et al. (2008) observaram diferença na Dp da MS da cana-de-açúcar, nos ambientes ruminais de vacas alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar fresca e ensilada (médias de 51,27 e 62,68%, respectivamente).

Os valores da degradabilidade das frações “A” de 41,38% e “B” de 24,42 da MS da cana-de-açúcar foram superiores aos encontrados por Pinto et al. (2007), de 37,41% e 17,79%, respectivamente. A maior degradabilidade da fração “A” da cana-de-açúcar pode ser atribuída ao teor de açúcar solúvel e, segundo Franzolin & Franzolin (2000), a alta concentração de açúcar solúvel (sacarose) no conteúdo celular da cana-de-açúcar está prontamente disponível para fermentação microbiana. Estes autores, em estudos de degradabilidade da cana-de-açúcar, encontraram valores da fração “A” de 48,00 e 47,00% e para “B” de 33,00 e 31,00% em búfalos e bovinos, respectivamente.

Os valores da taxa de degradação “C”, de 0,05 e 0,09 %/h, da MS da cana-de-açúcar e da silagem de milho são inferiores aos encontrados por Santos et al. (2008), de 2,35 e 2,85 %/h, respectivamente, e por Valadares Filho et al. (1990), de 0,21 %/h; Carmo et al. (2001), de 3,36 %/h; Aroeira et al. (1993), de 3,22 %/h; e Pereira et al. (1996), de 6,00 %/h, na MS da cana-de-açúcar. O valor de pH de 6,13, dado pela maior participação do concentrado, possivelmente prejudicou a taxa de degradação da MS dos volumosos, uma que, segundo Santos et al. (2008), valores de pH ruminal acima de 6,2 podem ser considerados adequados para o crescimento das bactérias que fermentam carboidratos fibrosos.

Não foi constatada diferença na Dp, da fração “A” e “B”, da taxa de degradação “C” e na De, com taxa de passagem de 2,00 %/h, da MS do concentrado nos níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar. Já De, com taxa de passagem de 5,00%/h, apresentou efeito quadrático, registrando a máxima degradabilidade efetiva, para o nível de 51% de substituição. A degradabilidade potencial da MS do concentrado foi de 93,28, indicando que a máxima degradação pode ser atribuída aos carboidratos não estruturais, à proteína verdadeira e ao nitrogênio proteico do concentrado.

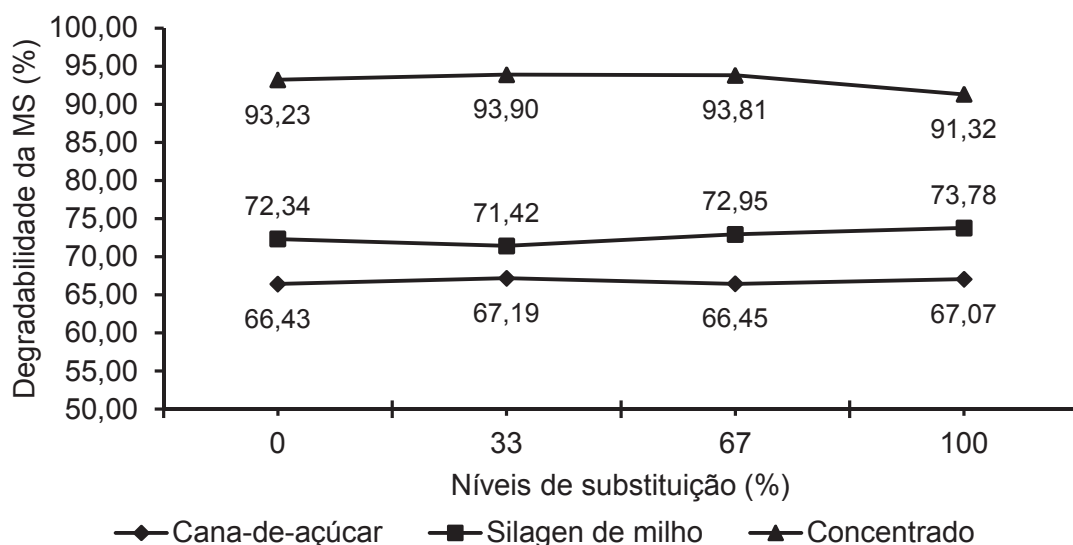


Figura 8. Valores de degradabilidade da matéria seca (MS) dos volumosos e concentrado nos diferentes ambientes ruminais formado pelos níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar.

As porcentagens de desaparecimento da cana-de-açúcar e da silagem de milho foram de 66,79 e 72,62%, respectivamente, para 96 horas de incubação, e do concentrado foi de 93,06% para 48 horas de incubação (Figura 9). O valor encontrado na cana-de-açúcar foi superior aos encontrados por Pinto et al. (2007), que foram de 55,00 e 62,00% nos tratamentos com cana-de-açúcar, tratada com 0 e 6,00% de hidróxido de sódio, respectivamente, para 144 horas de incubação; e Carmo et al. (2001), de 53,80%, para 96 horas de incubação, com diferentes fontes proteicas, na alimentação de bovinos.

A degradabilidade da MS da cana-de-açúcar, da silagem de milho e do concentrado, foi de 39,92; 19,03 e 38,53, respectivamente, para o tempo de 0 hora de incubação. A presença de carboidratos solúveis (cana-de-açúcar) e de nitrogênio proteico e não proteico (concentrado) contribuiu para solubilidade da matéria seca.

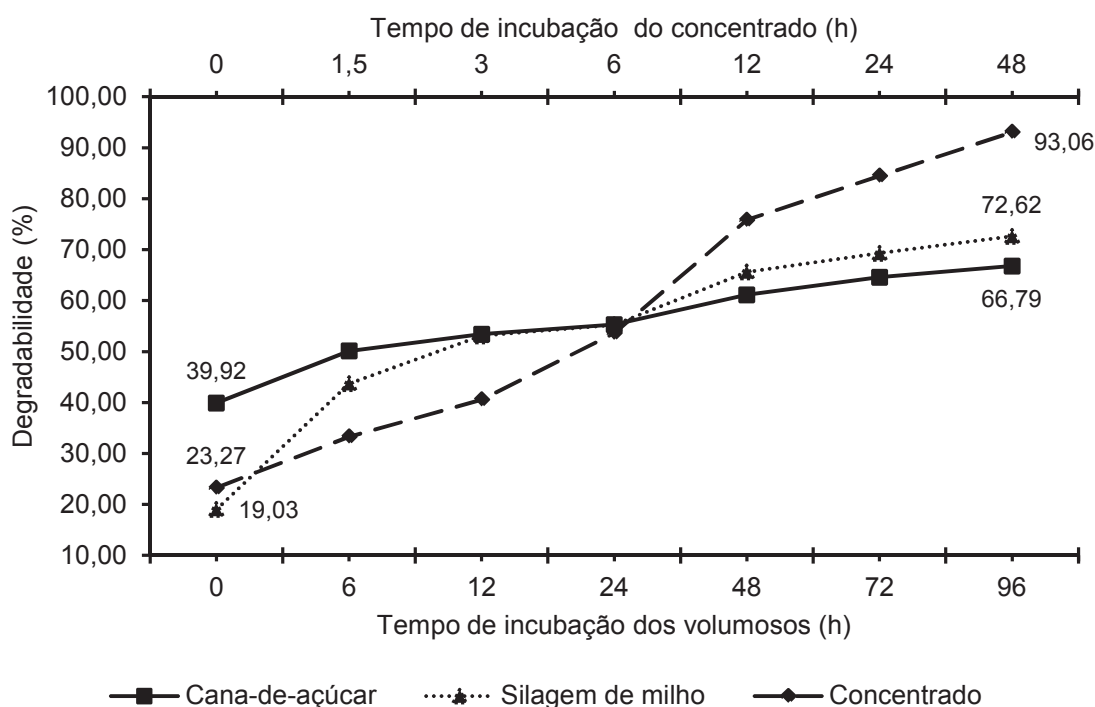


Figura 9. Valores de degradabilidade da matéria seca (MS) dos volumosos e do concentrado em função do tempo de incubação.

Os valores da degradabilidade e cinética da degradação da fibra em detergente neutro (FDN) dos volumosos (cana-de-açúcar e silagem de milho) e da proteína (PB) do concentrado são apresentados na Tabela 7.

Para estimativa do tempo de colonização (L) na degradabilidade ruminal da fibra em detergente neutro (FDN) da cana-de-açúcar e da silagem de milho se utilizou um modelo alternativo ao de Ørskov & McDonald (1979), proposto por McDonald (1981). Tal substituição foi realizada devido a valores negativos observados na variável “A” destes alimentos. Esse fato pode estar relacionado a desvios na predição desta fração. Teoricamente, a proporção da fração “A”, na degradabilidade da FDN, deveria ser próxima a zero, por ser esta uma fração prontamente solúvel. Estimativas ao redor de 6,00 a 8,00% podem ocorrer devido à perda de pequenas partículas durante a lavagem dos sacos de náilon (Schmidt et al., 2007).

Tabela 7. Valores de degradabilidade da fração solúvel (A), da fração potencialmente solúvel (B), da taxa de degradação (C), do tempo de colonização (L), da degradabilidade efetiva (De) para taxas de passagens de 2,00 e 5,00% por hora, e da degradabilidade potencial (Dp) da fibra em detergente neutro (FDN) dos volumosos, e da proteína (PB) do concentrado em função dos níveis de cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho

Variáveis	Níveis de substituição (%)				Média	CV (%)
	0	33	67	100		
Degradabilidade da FDN da cana-de-açúcar (%)						
B	38,71	40,90	37,96	36,79	38,59	14,21
C (%/h)	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	32,87
L	5,28	4,97	5,24	5,53	5,25	28,84
De (0,02/h)	23,56	23,97	24,18	23,95	23,92	4,31
De (0,05/h)	15,28	15,24	16,25	15,98	15,69	7,59
Dp	38,71	40,90	37,96	36,79	38,59	14,21
Degradabilidade da FDN da silagem de milho (%)						
B	59,14	51,67	48,98	50,00	52,45	10,49
C (%/h)	0,03	0,04	0,06	0,05	0,05	28,55
L	7,05	4,96	3,53	4,57	5,03	21,54
$\hat{Y} = 7,1398 - 0,0973219X + 0,000707259X^2$ * ($R^2 = 0,975$; $Y_{\max} = 3,79$ para $X = 68,8$)						
De (0,02/h)	32,62	33,66	35,14	34,72	34,03	5,08
De (0,05/h)	20,07	22,43	24,99	23,96	22,86	10,11
Dp	59,14	51,67	48,98	50,00	52,45	10,49
Degradabilidade da PB do concentrado (%)						
A	32,15	33,03	43,27	35,71	30,04	21,30
B	64,54	66,93	58,25	58,38	62,03	13,74
C (%/h)	0,08	0,08	0,09	0,20	0,11	30,03
De (0,02/h)	83,28	86,41	89,71	83,73	85,78	4,92
De (0,05/h)	71,23	74,17	79,36	74,23	74,75	3,64
$\hat{Y} = 70,5993 + 0,225041X - 0,0018235X^2$ * ($R^2 = 0,776$; $Y_{\max} = 77,54$ para $X = 61,71$)						
Dp	96,70	99,96	101,51	94,09	98,06	7,29

CV = coeficiente de variação; X = níveis de substituição da cana-de-açúcar no volumoso; R^2 = coeficiente de determinação; P(Max/min) = ponto de máxima ou mínima; * = $P < 0,05$.

A degradabilidade potencial (Dp), a degradabilidade da fração “B” e a taxa de degradação “C”, da FDN da cana-de-açúcar e da silagem de milho, não foram influenciadas pelos diferentes ambientes ruminais das cabras alimentadas com níveis

crescentes de cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho. A Dp da cana-de-açúcar foi superior às encontradas por Santos et al (2008) de 20,88 e 34,00% em ambientes ruminais, de vacas alimentadas, com cana fresca e silagem de cana, respectivamente; e inferior às relatadas por Franzolin & Franzolin (2000), de 78,77 e 70,29% em bubalinos e bovinos, respectivamente. Possivelmente a semelhança dos ambientes ruminais não prejudicou a degradabilidade da FDN da cana-de-açúcar.

Não foram encontradas diferenças na degradabilidade efetiva (De) com taxas de passagem de 2,00 e 5,00% por hora da FDN dos volumosos estudados nos diferentes ambientes ruminais. A De (0,02/H) da FDN da cana-de-açúcar com média de 23,92% é semelhante à encontrada por Lopes et al (2008), de 24,00% em bovinos alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar enriquecida com três níveis de ureia.

Houve diferença significativa para o tempo de colonização “L” na degradabilidade da FDN da silagem de milho, apresentando efeito quadrático, com valor mínimo para o nível de 68,8% de cana-de-açúcar. Possivelmente a mistura dos volumosos nesta proporção diminuiu a seleção dos mesmos por parte dos animais e favoreceu o povoamento de microrganismos, reduzindo o tempo de colonização, na degradabilidade da FDN da silagem de milho. Segundo Ryle & Ørskov (1987), o consumo de dietas à base de volumosos exige prolongado tempo dedicado à mastigação e ruminação, promovendo abundante salivação, que resulta em valores de pH normais e constantes, favorecendo a sobrevivência de muitas espécies de protozoários. Entretanto, houve diferença no tempo de colonização “L” que não influenciou a degradabilidade potencial e efetiva da FDN da silagem de milho.

Não foram encontradas diferenças na degradabilidade potencial (Dp), da fração solúvel (A), da fração potencialmente degradável (B), da taxa de degradação (C) e degradabilidade efetiva (De) com taxa de passagem de 2,00% por hora da PB do concentrado. Entretanto, houve efeito quadrático para a De com taxa de passagem de 5,00% por hora nos diferentes ambientes ruminais. A maior degradabilidade foi registrada para o nível de 61,71% de substituição.

As porcentagens de desaparecimento da FDN foram de 37,10 e 51,82 para cana-de-açúcar e silagem de milho, respectivamente, em 96 horas de incubação (Figura 9). O valor da degradabilidade da FDN da cana-de-açúcar foi semelhante aos encontrados por Carmo et al. (2001), de 35,96%, e Pinto et al. (2007), de 48,00%, para os tempos de 96 e 144 horas de incubação, respectivamente.

A proteína do concentrado praticamente desapareceu em 48 horas de incubação (98,06%), mostrando alta degradabilidade. Este resultado é superior aos de Franzolin & Franzolin (2000) que encontraram degradabilidade potencial da PB do concentrado à base de farelo de trigo, milho moído e soja tostada, e suplemento mineral, de 73,65% para bubalinos e 68,87% para bovinos. O ambiente ruminal, com maior substrato de açúcares solúveis e amônia, possivelmente favoreceu crescimento de microrganismos para degradar a proteína. Segundo Russel et al. (1992) os microrganismos que fermentam açúcares, amido e pectina crescem mais rapidamente, em relação aos que fermentam celulose e hemicelulose, e utilizam amônia, peptídeos e aminoácidos para sínteses de proteína. Estes valores altos de degradação da PB do concentrado também indicam a participação, além da proteína dietética, da ureia como fonte de NNP nas diferentes dietas experimentais.

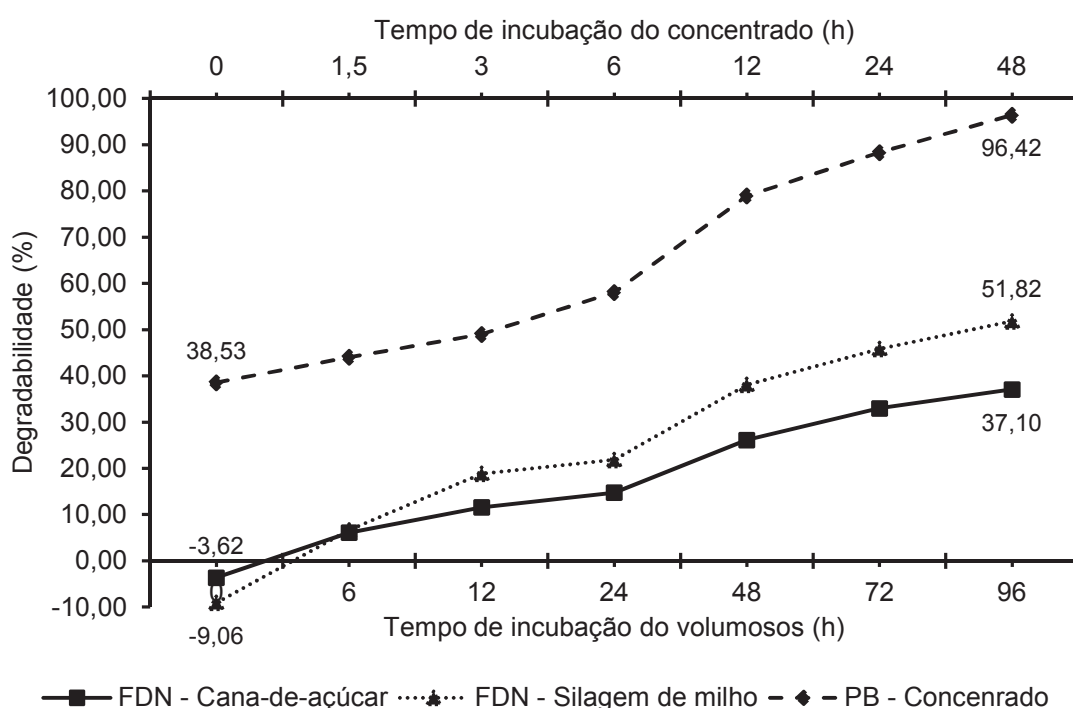


Figura 10. Valores de degradabilidade da fibra em detergente neutro (FDN) dos volumosos e da proteína (PB) do concentrado em função do tempo de incubação.

CONCLUSÕES

A cana-de-açúcar pode substituir a silagem de milho, na relação volumoso:concentrado de 40:60, e ser utilizada na alimentação de cabras adultas em manutenção sem que se afete o consumo das dietas.

A utilização de cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho favoreceu a produção de ácido propiônico.

De modo geral os ambientes ruminais, resultantes do fornecimento de rações contendo níveis de substituição de silagem de milho por cana-de-açúcar, se mostraram semelhantes na degradação da cana-de-açúcar e silagem de milho.

LITERATURA CITADA

- AROEIRA, L.M.; SILVEIRA, M.I., LIZIEIRE, R.S. et al. Degradabilidade no rúmen e taxa de passagem da cana-de-açúcar mais ureia e do farelo de algodão em novilhos mestiços Europeu x Zebu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.4, p.552-564, 1993.
- AROEIRA, L.J.M.; LOPES, F.C.F.; DAYRELL, M.S.; et al. Digestibilidade, degradabilidade e taxa de passagem da cana-de-açúcar mais ureia e do farelo de algodão em vacas mestiças Holandês x Zebu em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.6, p.1016-1026, 1995.
- BASTOS, J.P.S.T **Efeito de diferentes dosagens do preparado de anticorpos policlonais específicos sobre as variáveis ruminais, degradabilidade *in situ* e digestibilidade *in vivo* de bovinos alimentados com dieta de alto concentrado**. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2009. 133p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, UNESP. Botucatu, 2009.
- BERGMAN, E.N. Energy contribution of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. **Physiological Reviews**, v.70, n.2, p.567-590, 1990.
- BRANCO, R. H.; RODRIGUES, M.T.; RODRIGUES, C.A.F. et al. Efeito dos níveis de fibra em detergente neutro oriunda da forragem sobre a eficiência microbiana e os parâmetros digestivos em cabras leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.2, p.372-381, 2010.
- CARMO, C.A.; BERCHIELLI, T.T.; ANDRADE, P. et al. Degradabilidade da matéria seca e fibra em detergente neutro da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) com diferentes fonte de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.2126-2133, 2001.
- CARVALHO, F.A.N.; BARBOSA, F.A.; MCDOWELL, L.R. **Nutrição de Bovinos a Pasto**. 2. ed. Belo Horizonte: Papelform, 2003. 428p.
- CHURCH, D.C. **The ruminant animal digestive physiology and nutrition**. 2.ed. New Jersey: Waveland, 1993. 564p.
- COSTA, M.G.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Desempenho produtivo de vacas leiteiras alimentadas com diferentes proporções de cana-de-açúcar e concentrado ou silagem de milho na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2437-2445, 2005.
- ERWIN, E.S.; MARCO, G.J.; EMERY, E.M. Volatile fatty acids analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. **Journal. Dairy Science**, v. 44, p.1768-1771, 1961.
- FOLDAGER, J. **Protein requirement and non-protein nitrogen for high producing cow in early lactation**. Michigan: Michigan State University, MI These (Doctored of Animal Science) – Michigan State University, East Lasing, MI, 1977.
- FRANZOLIN, R; FRANZOLIN, M.H.T. População protozoários ciliados e degradabilidade ruminal em búfalos e bovinos zebuínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.9, n.6, p.1853-18612, 2000.
- GONÇALVES, A.L.; LANA, R.D.P.; RODRIGUES, M.T. Degradabilidade ruminal da matéria seca e da fibra em detergente neutro de alguns volumosos utilizados na alimentação de cabras leiteiras, submetidas a dietas com diferente relações

- volumoso:concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1893-1903, 2001.
- HOOVER, W.H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal Dairy Science**, v.69, n.10, p.2755-2766, 1986.
- HOOVER, W.H.; STOKES, S.R.; Balancing carbohydrate and proteins for optimum rumen microbial yield. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3630-3643, 1991.
- KULASEK, G.A. A micromethod for determination of urea in plasma, whole blood cells using urease and phenol reagent. **Pol. Arch. Weter**, v.15, n.4, p.801-810, 1972.
- LIMA, D.M.; MONTEIRO, P.B.S.; RANGEL, A.H.N. et al. Cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.5, n.2, p.13-20, 2010
- LOPES, F.C.F. AROEIRA, L.J.M. ACURI, P.B. Efeito da defaunação em ovinos alimentados com cana-de-açúcar (*Sacharum officinarum* L.) adicionada de ureia. **Arquivo Brasileiro de Medicina veterinária e Zootecnia**, v.54, n.2, p.180-188, 2002.
- LOPES, F.C.F.; SOUZA, R.C.D.; REIS, R.B. et al. Taxa de passagem e degradabilidade ruminal de vacas Holandês x Nelore em lactação, recebendo cana-de-açúcar suplementada com níveis crescente de ureia e sulfato de amônio In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECHNIA, 45., 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia/GMOSIS. (CD-ROM).
- MAGALHÃES, A.L.R.; CAMPOS, J.M.S.; CABRAL, L.S. et al. Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: Parâmetros digestivos e ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.591-599, 2006.
- MCDONALD, I. A revised model for estimation of protein degradability in the rumen. **Journal Agriculture Science**, v.96, p.237-239, 1981.
- MEHREZ, A.Z.; ØRSKOV, E.R. A study of the artificial fiber bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. **Journal of Agriculture Science**, v.88, n.3, p.645-665, 1977.
- MEHREZ, A.Z.; ØRSKOV, E.R.; McDONALD, I. Rate of rumen fermentation in relation concentration. **British Journal Nutrition**, v.38, p.437-443, 1977.
- MENDONÇA, S. S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C.; et al. Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite e variáveis ruminais em vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.481-492, 2004.
- MERTENS, D.R. Using fiber and carbohydrate analyses to formulate dairy rations. In: INTERNATIONAL CONFERENCE WITH DAIRY AND FORAGE INDUSTRIES, 1996, Wisconsin. **Proceedings...** Wisconsin: US Dairy Forage Research Center, 1996. p.81-92.
- MOREIRA, H. A. Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.9, n.108, p.14-16, 1983.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 6. ed. Washington, DC: National Academic Press, 2001. 387p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants**. Washington, DC: The National Academic Press, 2007. 362p.

- NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P.; SCHOGOR, A.L.B. et al. Cana-de-açúcar como alimento para bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: FUNERB, 2006. p.277-328.
- ØRSKOV, E.R. Starch digestion and utilization in ruminants. **Journal Animal Science**, v.63, n.5, p.1624-1633, 1986.
- ØRSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal Agricultural Science**, v.92, n.1, p.499-508, 1979.
- PAZIANI, S.F. **Controle de perdas na ensilagem, desempenho e digestão de nutrientes em bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de capim Tanzânia**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2004. 208p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2004.
- PEREIRA, O.G., VALADARES FILHO, S.C., GARCIA, R. et al. Degradabilidade *in vivo* e *in situ* de nutrientes e eficiência de síntese de proteína microbiana, em bovinos, alimentados com cana-de-açúcar sob diferentes formas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.5, n.4, p.763-777, 1996.
- PINTO, A.P.; MIZOBUTI, I.Y.; RIBEIRO, E.L.D.A. Degradabilidade ruminal da cana-de-açúcar integral tratada com diferentes níveis de hidróxido de sódio. **Ciências Agrárias**, v.28, n.3, p.503-512, 2007.
- PRESTON, T.R. Nutritive value of sugar cane for ruminants. **Tropical Animal Production**, v.2, n.2, p.125-142, 1977.
- RODRIGUES, A.A. Potencial e limitações de dietas à base de cana-de-açúcar e ureia para recria de novilhas e para vacas em lactação In: SIMPÓSIO MINEIRO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE, 2., 1999. Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 1999, p. 65-75.
- RUSSEL, J.B.; O’CONNOR, J.D.; FOX, D.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3551-3561, 1992.
- RUSSEL, J.B.; WALLACE, R.J. Energy yielding and consuming reactions. In: OBSON, P.N. (Ed). **The rumen microbial ecosystem**. London: Chapman & Hall, p.246-282, 1997.
- RYLE, M.; ØRSKOV, E.R. Rumen ciliates and tropical feeds. **World Animal Review**, v.64, p.21-30, 1987.
- SANTOS, F.A.P. Metabolismo de proteínas In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G.D. (Eds.) **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. p.255-286.
- SANTOS, V.P.D.; BITTAR, C.M.M.; NUSSIO, L.G. Degradabilidade *in situ* da matéria seca e da fração fibra da cana-de-açúcar fresca ou ensilada e da silagem de milho em diferentes ambientes ruminais. **Acta Science Animal Science**, v.30, n.2, p.193-201, 2008.
- SATTER, L.D. SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **British Journal of Nutrition**, v.32, p.199-208, 1974.
- SCHMIDT, P.; NUSSIO, L.G.; ZOPOLLATTO, M. Aditivos químicos ou biológicos na ensilagem de cana-de-açúcar. 2. Parâmetros ruminais e degradabilidade da

- matéria seca e das frações fibrosas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1676-1684, 2007.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 237 p.
- 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 Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.
- SOUZA, R.C. D.; LOPES, F.C.F.; REIS, R.B. Parâmetros de fermentação ruminal de vacas Holandês x Zebu em lactação alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar, suplementadas com níveis crescentes de ureia e sulfato de amônio, In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008. (CD-ROM).
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS INSTITUTE – SAS. **Statistical analysis systems**. User's Guide: Version 9.2. Cary, NC, USA: SAS Inst., Inc., 2008. (CD-ROM).
- STROBEL, H.J.; RUSSELL, J.B. Effects of pH and energy spilling on bacteria protein synthesis by carbohydrate-limited culture of mixed rumen bacteria. **Journal of Dairy Science**, v.69, n.11, p.2941-2947, 1986.
- SUTOH, M.; OBARA, Y.; MIYAMOTO, S. The effect of sucrose supplementation on kinetics of nitrogen, ruminal propionate and plasma glucose in sheep. **Journal Agronomic Science**, v.126, n.1, p.99-105, 1996.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Sistema de Análises Estatística e Genéticas – SAEG**. Versão 9.0. Viçosa, MG, 2000.
- VALADARES FILHO, S.C.; COELHO, J.F.S.; LEÃO, M.I. et al. Degradabilidade in situ da matéria seca e proteína bruta de vários alimentos em vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.19, n.6, p.512-522, 1990.
- VALADARES FILHO, S.D.C.; PINA, D.D.S. Fermentação ruminal, In: BERCHIELLI, T.T., PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006, p.151-182.
- VALVASORI, E.; LAVEZZO, W.; LUCCI, C.D.S. Alterações na fermentação ruminal em bovinos fistulados alimentados com cana-de-açúcar como substituto da silagem de milho. **Boletim Industria Animal**, v.58, n.1, p.35-45, 2001.
- 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, n.10, p.3583-3597, 1991.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VANZANT, E.S.; COCHRAN, R.C.; TITGEMEYER, E.C. Standardization of in situ techniques for ruminant feedstuff evaluation. **Journal of Animal Science**, v.76, p.2717-2729, 1998.

CAPÍTULO 3

**CONSUMO, DIGESTIBILIDADE APARENTE, PARÂMETROS PRODUTIVOS E
COMPORTAMENTAIS DE CABRAS LEITEIRAS ALIMENTADAS COM CANA-DE-
AÇÚCAR EM SUBSTITUIÇÃO À SILAGEM DE MILHO**

RESUMO – O experimento foi realizado com o objetivo de avaliar a cana-de-açúcar *in natura* em substituição à silagem de milho, na relação volumoso: concentrado 40:60, sobre o consumo, a digestibilidade da matéria seca e nutrientes, a produção e composição do leite e o comportamento ingestivo de cabras em lactação. Oito cabras foram distribuídas em dois quadrados latinos 4 x 4 balanceados, utilizando-se os níveis de substituição de 0, 33 67 e 100%, como variável independente. O consumo de matéria seca, com média de 2,302 kg/d, apresentou efeito quadrático, registrando-se o mínimo consumo para o nível de 68,04% de cana-de-açúcar. Os consumos de proteína bruta, fibra detergente neutro e energia líquida não foram afetados pelos diferentes tratamentos, não ocorrendo o mesmo com os consumos de carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais que tiveram efeito quadrático, e o consumo de extrato etéreo diminuiu com o aumento da cana-de-açúcar. Os níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar não influenciaram o coeficiente de digestibilidade da matéria seca, da proteína, da fibra detergente neutro e dos carboidratos não fibrosos, contudo a digestibilidade do extrato etéreo teve efeito quadrático nos níveis de substituição. Não foram encontradas diferenças significativas nas produções de leite, de 1,512 kg/dia, e corrigidas para 3,5% de gordura, e nas concentrações de proteína, gordura, lactose, sólidos totais e extrato seco desengordurado; não ocorrendo o mesmo na concentração de nitrogênio ureico do leite, que foi aumentando com os níveis de participação da cana-de-açúcar. Os tempos gastos pelas cabras com alimentação, ruminação, ócio e mastigação não foram afetados pelos níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar. A cana-de-açúcar *in natura* em substituição da silagem de milho, na relação volumoso: concentrado 40:60, pode ser utilizada na alimentação de cabras de baixa produção por não alterar produção de leite.

Palavras chave: matéria seca, nitrogênio ureico do leite, produção de leite, proteína, ruminação

INTAKE, APPARENT DIGESTIBILITY, PRODUCTIVE AND BEHAVIORAL PARAMETERS OF DIARY GOATS FED WITH SUGAR CANE AS A SUBSTITUTE OF CORN SILAGE

ABSTRACT – The experiment aimed to evaluate *in natura* sugar cane as a substitute of corn silage, in the relation roughage:concentrate 40:60 on intake, dry matter digestibility and nutrients, production and milk composition, and the ingestive behavior of lactating goats. Eight goats were distributed in two balanced Latin squares 4x4, using the levels of substitution 0, 33, 67 and 100%, as independent variable. The dry matter intake, with average of 2.302 kg/d, had a quadratic effect registering the minimum intake for the level of 68,04% of sugar cane. The intakes of crude protein, neutral detergent fiber and net energy were not affected by the different treatments, which was different for non-fiber carbohydrate and total digestible nutrients intake, that had a quadratic effect, and the ether extract intake decreased as the sugar cane increased. The levels of substitution of corn silage by sugar cane did not influence the digestibility coefficient of dry matter, protein, neutral detergent fiber and non-fiber carbohydrates, however the digestibility of ether extract had quadratic effect in the levels of substitution. There were no significant differences in the milk production of 1.512 kg/day, and corrected to 3.5% of fat, and in the concentrations of protein, fat, lactose, total solids and non-fat dry extract, which was different for the concentrations of milk urea nitrogen, that increased with the levels of participation of sugar cane. The times spent by the goats feeding, rumination, leisure and chewing were not affected by the levels of substitution of corn silage by sugar cane. The *in natura* sugar cane as a substitute of corn silage, in the relation roughage:concentrate 40:60, can be fed to low production goats for not changing the milk production.

Key words: dry matter, milk production, milk urea nitrogen, protein, rumination

INTRODUÇÃO

Na alimentação de cabras leiteiras objetiva-se melhorar a produtividade e estabilidade da produção de leite ao longo de ano. A falta da disponibilidade de alimentos, especialmente de volumoso, na época de escassez faz com que o produtor se preocupe em estocar alimento, seja este conservado ou na forma de capineira para corte. Deste modo, a utilização da cana-de-açúcar *in natura* constitui uma alternativa de alimentação na época de escassez de alimento, auxiliando a manter a produção de leite das cabras e evitando a utilização de outras fontes de alimentos que podem elevar os custos de alimentação. A principal vantagem da cana frente a outras espécies forrageiras é que ela atinge seu maior potencial forrageiro e elevados teores de açúcares solúveis na época de seca; porém, tem como desvantagem, quando utilizada como alimento exclusivo ou em elevadas porcentagens nas dietas de ruminantes produtivos, baixos teores de proteína, minerais e alta fibra que prejudica sua digestibilidade.

A cana-de-açúcar pode provocar redução do consumo, ocasionada principalmente pela baixa digestibilidade da fibra, uma vez que seu teor médio de 54,00% é menor que o da silagem de 60,00% (Campos et al., 2010). A digestibilidade do alimento não determina o consumo voluntário, por si só, mas também pela natureza física da dieta e sua capacidade para estimular eficientemente a função ruminal suprindo de nutrientes, by-pass, especialmente proteína (Preston, 1982). Dessa forma, a participação da cana-de-açúcar na dieta precisa ser acompanhada do concentrado que permita consumo adequado de nutrientes, suprindo as necessidades de energia dos animais em produção.

Experimentos com vacas leiteiras mostraram redução na produção de leite com a cana-de-açúcar em relação à silagem de milho, em dietas com 60:40 na relação volumoso:concentrado, como consequência do menor consumo de matéria seca (Magalhães et al., 2004; Mendonça et al., 2004a e Pires et al., 2010). Entretanto, em cabras leiteiras alimentadas com cana-de-açúcar *in natura* ou na forma de silagem, com participação na dieta de 50%, Gentil (2006) e Mendes (2006) não observaram diferença na produção de leite.

Nas cabras, por serem animais seletivos, a ingestão de forragens depende, principalmente, do valor nutritivo do alimento e da capacidade de enchimento ruminal (Baumont et al., 2000). O tamanho da partícula da ração reflete no comportamento alimentar dos animais, uma vez que esta característica afeta o consumo de matéria

seca, as atividades de ingestão e ruminação (NRC, 2001). Animais estabulados gastam menos tempo na alimentação quando consomem alimentos ricos em energia, e mais tempo com alimentos com altos teores de fibras (Bürger et al., 2000). Desta forma, o tempo gasto em ruminação é influenciado pela natureza da dieta e é proporcional ao teor de parede celular dos volumosos. Quanto maior a participação dos volumosos na dieta, maior o tempo despendido com ruminação (Van Soest, 1994).

Este trabalho foi realizado com o objetivo avaliar efeitos da substituição, de 0, 33, 67 e 100%, da silagem de milho pela cana-de-açúcar *in natura* sobre o consumo, digestibilidade dos nutrientes, desempenho e comportamento ingestivo de cabras leiteiras em lactação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na UNESP - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, na Área de Produção de Caprinos.

O município de Botucatu se localiza a 22°53'09" de latitude sul e 48°26'42" de longitude oeste, com altitude de 840 m classificação climática de Koeppen: Cwa. Clima ameno com temperatura média de 22°C

Foram utilizadas oito cabras Alpinas em lactação (após o pico de lactação) com peso corporal de $51,95 \pm 3,29$ kg, mantidas em galpão coberto e alojadas em baias individuais, com área de 3,5 m² com acesso a bebedouro, saleiro e cocho para alimentação.

O fornecimento das dietas experimentais foi realizado duas vezes ao dia, às 8:00 e 16:00 horas, na forma de ração completa e em quantidade suficiente para permitir 10% de sobras de alimento para amostragem. O fornecimento de água foi *ad libitum* em balde plástico com suporte instalado em cada baia.

O experimento foi conduzido no delineamento em quadrado latino. Os animais foram distribuídos em dois quadrados latinos 4x4, de acordo com a produção de leite, para avaliar os níveis de substituição, com base na matéria seca, da silagem de milho pela cana-de-açúcar *in natura* picada, nas proporções de 0, 33, 67 e 100%:

Tratamento 0 (0% de cana-de-açúcar e 100% de silagem de milho);

Tratamento 33 (33% de cana-de-açúcar e 67% de silagem de milho);

Tratamento 67 (67% de cana-de-açúcar e 33% de silagem de milho) e

Tratamento 100 (100% de cana-de-açúcar e 0% de silagem de milho).

A cana-de-açúcar utilizada foi da variedade RB 72454, cujas mudas para plantio foram obtidas em canaviais da região. O milho utilizado foi cultivado na própria fazenda experimental e ensilado em silo tipo bag. O milho utilizado foi da variedade Ag 4051, classificado como híbrido de textura dentada.

A cana-de-açúcar foi picada diariamente e com a silagem de milho foi incorporada ao concentrado formando uma mistura completa, obedecendo às proporções na relação volumoso:concentrado 40:60, com base na matéria seca. Essas proporções foram mantidas ao longo do experimento, ajustando-se a quantidade de volumoso ofertado, mediante determinação da matéria seca dos mesmos.

As dietas experimentais foram previamente formuladas, segundo o NRC (2007), para atender as exigências nutricionais de cabras em lactação com potencial de produção de 2,5 kg/d, com teor proteico de 15% com base na MS.

Foram realizadas análises bromatológicas dos ingredientes segundo metodologia descrita em Silva & Queiroz (2002) para proteína (PB), cinzas (CZ), extrato etéreo (EE); e Van Soest et al (1991) para fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL) e lignina (L). Os carboidratos totais (CHOT), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados a partir das equações:

$$\text{CHOT} = 100 - \%PB - \%EE - \%CZ, \text{ segundo Sniffen et al. (1992);}$$

$$\text{CNF} = 100 - (\%PB + \%EE + \%CZ + \%FDN), \text{ segundo Van Soest et al. (1991) e}$$

$$\text{NDT} = \text{PBD} + \text{CNFD} + \text{FDND} + \text{AGD} \times 2,25 - 7, \text{ segundo o NRC (2001).}$$

$$\text{Em que } \text{PBD} = \text{PB} \times \text{Exp}[-1,2 \times \text{PIDA} / \text{PB}] \text{ para volumoso;}$$

$$\text{PBD} = [1 - (0,4 \times \text{PIDA} / \text{PB})] \times \text{PB} \text{ para concentrado;}$$

$$\text{CNFD} = 0,98 \times \text{CNF};$$

$$\text{FDND} = 0,75 \times (\text{FDN} - \text{L}) \times [1 - (\text{L} / \text{FDN}) \times 0,667] \text{ e}$$

$$\text{AGD} = \text{EE} - 1; \text{ e } 7 \text{ representa ao NDT metabólico fecal.}$$

O PBD representa a proteína verdadeiramente digestível, CNFD os carboidratos não-fibrosos verdadeiramente digestíveis, FDND a fibra detergente neutro digestível, AGD os ácidos graxos verdadeiramente digestíveis, PIDA a proteína indigestível em detergente ácido e L a lignina em detergente ácido.

Para calcular a energia metabolizável (EM) e energia líquida (EL) foram usados os valores do NDT e energia digestível (ED) nas equações a seguir, sugeridas pelo NRC (2001):

$$ED \text{ (Mcal/kg)} = 0,04409 \times \text{NDT}(\%)$$

$$EM \text{ (Mcal/kg)} = 1,01 \times ED \text{ (Mcal/kg)} - 0,45$$

$$EL \text{ (M cal/kg)} = 0,0245 \times \text{NDT}(\%) - 0,12$$

A proporção dos ingredientes, a composição bromatológica dos volumosos, dos concentrados e das dietas experimentais é apresentada nas Tabelas 1, 2 e 3.

Tabela 1. Proporções dos ingredientes nos diferentes tratamentos, expressa em gramas por quilograma de matéria seca

Ingredientes (g/kg)	Níveis de substituição (%)			
	0	33	67	100
Cana-de-açúcar	0	132	268	400
Silagem de milho	400	268	132	0
Fubá de milho	426	415	402	390
Farelo de soja	138	148	160	171
Calcário	10	10	10	10
Fosfato bicálcico	10	10	10	10
Ureia	6	7	8	9
Mistura mineral	10	10	10	10

Composição suplemento mineral (quantidade/quilo do produto): S 200g, Mg 150g, Zn 47210 Mg, Fe 27000 mg, Cu 20000 mg, Mg 1200 mg, Co 1400 mg, I 1250 mg, Se 315 mg.

Tabela 2. Composição bromatológica dos concentrados e volumosos expressa em gramas por quilograma de matéria seca

Nutrientes (g/kg)	Concentrados				Volumosos	
	A	B	C	D	Silagem de milho	Cana-de-açúcar
Matéria seca	889	890	890	890	350	298
Matéria orgânica	964	963	962	962	957	984
Cinzas	36	37	38	38	43	16
Proteína bruta	204	216	230	242	76	20
Extrato etéreo	40	39	38	38	41	16
Fibra detergente neutro	116	117	118	119	416	433
Fibra detergente ácido	54	55	56	57	241	272
Carboidratos totais	689	680	669	659	841	948
Carboidratos não fibrosos	572	563	551	541	424	516
Cálcio	11	11	11	11	3	2
Fósforo	6	7	7	7	2	1
Nutrientes digestíveis totais	869	844	814	764	744	685
Energia metabolizável (Mcal/kg)	3,49	3,38	3,24	3,02	3,34	3,07
Energia líquida (Mcal/kg)	2,01	1,95	1,87	1,75	1,70	1,56

Tabela 3. Composição bromatológica das dietas experimentais, expressa em grama por quilograma de matéria seca

Nutrientes (g/kg)	Níveis de substituição (%)			
	0	33	67	100
Matéria seca	674	667	660	653
Matéria orgânica	961	964	968	971
Cinzas	39	36	32	29
Proteína bruta	152	153	153	154
Extrato etéreo	40	36	33	29
Fibra detergente neutro	236	239	242	244
Fibra detergente ácido	129	133	138	143
Carboidratos totais	749	758	767	775
Carboidratos não fibrosos	513	519	525	531
Cálcio	8	8	8	8
Fósforo	5	5	4	4
Nutrientes digestíveis totais	819	796	770	732
Energia metabolizável (Mcal/kg)	3,265	3,160	3,041	2,872
Energia líquida (Mcal/kg)	1,887	1,830	1,766	1,675

O período experimental foi de 72 dias, divididos em quatro períodos de 18 dias, sendo 12 para adaptação e ajuste do consumo voluntário dos alimentos e seis para coleta de dados. A dinâmica do peso corporal foi monitorada pela pesagem dos animais no início de cada período e no final do experimento, antes da ordenha da manhã. Um dia, no início do período de coleta de dados, foi dedicado para a observação e registro do comportamento ingestivo. Os registros do consumo de alimento, produção de leite e coleta de amostras foram realizados durante cinco dias consecutivos em cada período. A amostragem de leite foi realizada nos 4° e 5° dias de cada período de coletas.

O consumo voluntário do alimento e nutrientes foi calculado pela diferença entre o fornecido e as sobras das dietas experimentais. Dos alimentos fornecidos e das sobras foram coletadas amostras, nos dias de coleta de cada cabra em cada período, e congeladas. Posteriormente as amostras foram descongeladas, pré-secadas em estufa de ventilação forçada a 55 °C por 72 horas, processadas em moinho tipo Willey com peneiras de 2 mm e armazenadas em potes plásticos para posterior análise

bromatológica. Também foram coletadas amostras de fezes para a determinação da digestibilidade aparente.

Para análises bromatológicas das sobras e das fezes foi utilizada a metodologia descrita em Silva & Queiroz (2002), para proteína (PB), extrato etéreo (EE); e Van Soest et al. (1991) para fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA). Os carboidratos não fibrosos CNF, NDT e EL foram estimados a partir das equações anteriormente descritas.

Para o cálculo da digestibilidade da MS e dos nutrientes das dietas, foram realizadas coletas de fezes diretamente do reto dos animais durante quatro dias seguidos em cada período experimental. Para obtenção da estimativa de excreção fecal, utilizou-se como indicador a FDN indigestível (FDNi) estimada pela incubação, *in situ* no rúmen por 168 horas (Berchielli et al., 2005), de amostra de alimento, sobras e fezes que foram colocadas em sacos de náilon com porosidade de 50 µm, de acordo com a técnica padronizada citada por Vanzant et al. (1998). Após incubação os saquinhos foram lavados em água corrente e submetidos à secagem em estufa com ventilação forçada a 55°C por 72 horas. Realizaram-se as análises da FDN segundo metodologia Van Soest et al. (1991), utilizando-se o aparelho ANKON200 (Ankom Technology Corp., Fairport, NY, USA), para em seguida estimar a produção de fezes pelas seguintes equações:

$$PF = CFDNi / FDNiF$$

em que PF = produção fecal (kg/dia); CFDNi = consumo de FDNi (kg/dia); FDNiF = concentração de FDNi nas fezes (kg/kg) e;

$$CFDNi = FDNiA - FDNiS,$$

Em que FDNiA = FDNi consumido no alimento (kg/dia); FDNiS = FDNi presente nas sobras (kg/dia).

Para avaliar a produção de leite, as cabras foram ordenhadas duas vezes ao dia, às 07:30 e às 15:30 h e a produção de leite registrada durante cinco dias seguidos nos diferentes períodos experimentais. Amostras de leite de dois dias de controle leiteiro na proporção de 2/3 da ordenha da manhã e 1/3 da ordenha da tarde foram coletadas em tubos de plástico de 30 ml contendo conservante bronopol (2-bromo-2-nitropropano-1,3-diol, e enviadas à Clínica do Leite (ESALQ/USP) em Piracicaba-SP para análises dos constituintes. Foram determinados os teores de proteína (PROT),

gordura (GOR), lactose (LACT), sólidos totais (ST), extrato seco desengordurado (ESD) e nitrogênio ureico do leite (NUL).

Na avaliação do comportamento ingestivo foi observado, a cada 10 minutos durante 24 horas em cada período experimental, o tempo gasto com alimentação (TAL), com ruminação (TRU) e com outras atividades (TOA). O número total de observações foi de 144 por período. O tempo gasto de mastigação (TMA) foi calculado pelo somatório das atividades de TAL e TRU, conforme Armentano & Pereira (1997). Durante a observação noturna, o ambiente foi mantido com iluminação artificial de baixa intensidade, de modo que não interferisse no comportamento dos animais.

Os dados foram submetidos a análises de variância pelo programa computacional SAEG – Sistema de Análise Estatística e Genética, versão 9,0 (UFV, 2000). As características que apresentaram efeito significativo para tratamento foram estudadas por meio de análises de regressão, separando-se os efeitos em linear, quadrático e cúbico. Em todas as análises o nível de significância adotado foi 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4 são apresentados os valores médios do consumo de matéria seca (MS), de proteína (PB), de extrato etéreo (EE), de fibra em detergente neutro (FDN), de carboidratos não fibrosos (CNF), de nutrientes digestíveis totais (NDT) e de energia líquida (EL) das diferentes dietas experimentais.

Foi constatado efeito quadrático no consumo de MS nos níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar, sendo registrado o consumo mínimo de MS de 2,136 kg/d para o nível de 68,04% de cana-de-açúcar, não ocorrendo o mesmo com o consumo de MS, em porcentagem do peso vivo. Magalhães et al. (2004) encontraram comportamento linear decrescente, no consumo de MS, com o aumento da cana-de-açúcar em substituição da silagem de milho, e Mendonça et al. (2004a) encontraram consumo de MS maior para a silagem de milho, quando em comparação com a cana-de-açúcar, na relação volumoso concentrado de 60:40 na alimentação de vacas em lactação. Estes autores relataram que a ingestão de MS pode ter sido afetada pela qualidade do volumoso independente da estratégia de alimentação, indicando que a participação da cana-de-açúcar tem um efeito redutor no consumo como consequência da baixa digestibilidade da sua fibra. O teor de carboidratos não

fibrosos especialmente de açúcares e a preferência das partes mais succulenta pode ter contribuído para o aumento no consumo de MS na dieta com 100% de cana-de-açúcar.

Tabela 4. Consumo de matéria seca e nutriente de cabras em lactação alimentadas com dietas contendo níveis de substituição de silagem de milho por cana-de-açúcar

Variáveis	Níveis de substituição (%)				Média	CV (%)
	0	33	67	100		
Matéria seca (kg/d)	2,491	2,267	2,102	2,227	2,272	9,69
	$\hat{Y} = 2,50239 - 0,0107805X + 0,0000792201X^2$ * $(R^2 = 0,97; Y_{\min} = 2,136 \text{ para } X = 68,04)$					
Matéria seca (%PV)	4,723	4,457	4,177	4,289	4,412	8,98
Proteína bruta (kg/d)	0,397	0,369	0,355	0,389	0,378	9,79
Extrato etéreo (kg/d)	0,100	0,086	0,074	0,071	0,083	11,21
	$\hat{Y} = 0,097761 - 0,000301782X$ * $(r^2 = 0,94)$					
Fibra detergente neutro (kg/d)	0,468	0,427	0,376	0,442	0,429	14,23
Carboidratos não fibrosos (kg/d)	1,355	1,231	1,155	1,219	1,240	8,84
	$\hat{Y} = 1,35938 - 0,00569362X + 0,0000424255X^2$ * $(R^2 = 0,98; Y_{\min} = 1,168 \text{ para } X = 67,10)$					
Nutrientes digestíveis totais (kg/d)	1,757	1,544	1,529	1,566	1,599	8,58
	$\hat{Y} = 1,74957 - 0,00738404X + 0,0000561865X^2$ * $(R^2 = 0,97; Y_{\min} = 1,507 \text{ para } X = 65,71)$					
Energia líquida (Mcal/kg)	1,573	1,504	1,629	1,550	1,564	9,07

CV = coeficiente de variação; R^2 = coeficiente de determinação; * = $P < 0,05$.

O consumo médio de MS de 2,272 kg/dia e 4,41% PV está dentro dos parâmetros recomendados para cabras com 50 kg/PV, produzindo de 1,47 até 2,30 kg/dia de leite (NRC, 2007), cujos dados concordam com Haenlein (2002) com relação ao consumo de MS (%PV), e que indicam que, dependendo da produção de leite, as cabras de raça leiteira consomem de 4,00 a 7,00% do PV em MS. O consumo de MS cobriu as necessidades de energia das cabras em lactação (Tabela 5). Possivelmente a maior participação do concentrado nas dietas favoreceu a disponibilidade de energia pronta para manutenção e produção dos animais.

Vários autores constataram que, quando se trabalhou com dietas na relação volumoso:concentrado acima de 50:50, e volumoso de baixa digestibilidade da fibra,

como ocorre com a cana-de-açúcar em relação à silagem de milho, o consumo de MS diminuiu, prejudicando a produção de leite de vacas em lactação (Magalhães et al., 2004; Costa et al. 2005; Pires et al., 2010). Em cabras leiteiras esta relação também é determinante para o consumo uma vez que cabras com maior capacidade de consumo de MS apresentam maior potencial para produção de leite (Resende et al., 2007). Assim, Cabral (2008) em estudos com cabras em lactação com dietas na relação volumoso:concentrado de 45:55 encontrou que o consumo de MS e de nutrientes foi diminuindo conforme os níveis de substituição do feno de Tifton pela cana-de-açúcar *in natura* adicionada de ureia de liberação lenta.

A média do consumo de MS é semelhante às apontadas por Gentil (2006) e Mendes (2006), com média de 2,235 e 2,480 kg/d, respectivamente, em cabras leiteiras alimentadas cana-de-açúcar *in natura* ou na forma de silagem na relação volumoso:concentrado de 50:50.

O consumo de PB com média de 0,378 kg/d não foi afetado pelos níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar. Este consumo é superior às exigências mostradas na Tabela 5. O maior consumo de PB provavelmente se deve à participação do nitrogênio não proteico na forma de ureia e ao excesso de proteína bruta. Entretanto, as dietas foram isoproteicas para atender as exigências de proteína das cabras, pelo maior tamanho de partículas do volumoso que era misturado ao concentrado diariamente, e a preferência pelo concentrado pode ter influenciado no maior consumo de PB nos tratamentos. Este consumo é semelhante ao encontrado por Fonseca et al. (2006), de 0,368 kg/d para dietas com 15,5% de PB na alimentação de cabras leiteiras.

O consumo de EE apresentou comportamento linear decrescente com o aumento dos níveis de cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho. Este resultado é semelhante ao encontrado por Magalhães et al. (2004) e Mendonça et al. (2004a) em dietas com substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar na alimentação de vacas em lactação. O menor teor de EE da cana-de-açúcar favoreceu o menor consumo deste nutriente em relação à silagem de milho.

Tabela 5. Exigências de nutrientes digestíveis totais (NDT) e proteína bruta (PB) de acordo com a produção de leite das cabras alimentadas com dietas contendo níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar

Exigências	Níveis de substituição (%)			
	0	33	67	100
NDT (kg/d)				
Mantença	0,517	0,518	0,525	0,495
Produção de leite (1,5 kg/d)	0,571	0,493	0,504	0,501
Total	1,088	1,011	1,029	0,996
PB (kg/d)				
Mantença	0,092	0,089	0,095	0,092
Produção de leite (1,5 kg/d)	0,125	0,108	0,111	0,107
Total	0,218	0,197	0,206	0,199

Fonte: NRC (2007)

Não foram observadas diferenças no consumo de FDN pelos animais submetidos aos diferentes tratamentos. Estes resultados são contrários aos de Magalhães et al. (2004) e Mendonça et al. (2004a) que concluíram que o consumo de FDN diminuía à medida que aumentava a cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho. O consumo de FDN pode ser consequência não somente pela maior participação de concentrado, como também pela semelhança deste nutriente na composição química das dietas, conforme pode ser observado na Tabela 3.

O consumo de FDN com média de 0,429 kg/dia é inferior ao notado por Branco et al. (2011) e Carvalho et al. (2006a), que encontraram valores de 0,710 e 0,876 kg/dia, respectivamente, em dietas com níveis crescentes de fibra em detergente neutro na alimentação de cabras em lactação. Estes autores relataram que, com o aumento da participação da fibra detergente neutro na dieta, o consumo de MS diminuiu e, que com base na produção de leite, no consumo de MS, na fibra e na energia, foi sugerido o nível de 35% de FDN, como sendo a concentração ideal. A porcentagem de FDN das dietas utilizado neste experimento foi de 24,03%, nível abaixo do proposto por Branco et al. (2001) e Carvalho et al. (2006a). Além disso, a redução no consumo de MS para dietas à base de cana-de-açúcar pode estar relacionada à qualidade da fibra, dada pela baixa digestibilidade da fração e/ou pelas baixas taxas de digestão e passagem da fibra da cana-de-açúcar no rúmen (Pires et al., 2010), e não somente ao

teor de FDN, pois em alguns trabalhos têm sido verificados teores de FDN maiores para silagem de milho quando comparada à cana-de-açúcar (Ribeiro et al., 2000; Magalhães et al., 2004; Mendonça et al., 2004a).

Foram constatadas diferenças no consumo de CNF e NDT, pelos animais, nos diferentes níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar, não ocorrendo o mesmo no consumo de EL. O ponto de mínimo consumo para o CNF foi de 1,168 kg/d registrado para 67,10% de cana-de-açúcar. O teor de açúcar da cana-de-açúcar e amido da silagem de milho pode ter favorecido, pela preferência dos animais, o aumento do consumo de CNF nas dietas com participação exclusiva dos volumosos. O resultado no consumo de CNF é contrário aos de Magalhães et al. (2004), que não encontraram diferenças no consumo de FDN em dietas com níveis de cana-de-açúcar em substituição da silagem de milho, e aos de Mendonça et al. (2004), que relataram maior consumo de CNF nas dietas com silagem de milho em relação à cana-de-açúcar na alimentação de vacas em lactação.

O consumo de NDT foi influenciado pelos níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar, observando-se comportamento quadrático com ponto de mínimo consumo de 1,507 kg/d registrado para 65,71% de cana-de-açúcar. Este resultado concorda com os de Magalhães et al. (2004), Mendonça et al. (2004a) e Costa et al. (2005) que, trabalhando com vacas em lactação, encontraram maior consumo de NDT em dietas com silagem de milho comparada com cana-de-açúcar na relação volumoso:concentrado de 60:40. O maior consumo de CNF, refletido pelo consumo de MS, da dieta com silagem de milho em relação à cana-de-açúcar, pode ter contribuído com o aumento do consumo de NDT destes tratamentos. A média do consumo de NDT de 1,599 kg/dia foi superior à exigência das cabras mostradas na Tabela 5.

O consumo médio de 1,56 Mcal/kg cobriu as exigências de EL recomendadas pelo NRC (2007) de 1,180 Mcal/kg para cabras produzindo 1,500 kg/d de leite. Este valor está relacionado com a digestibilidade dos nutrientes. O aumento no consumo de MS com nutrientes de alta digestibilidade favoreceu o consumo de EL, consequentemente o aumento na produção. Existe uma correlação negativa entre produção de leite e conteúdo de fibra na ração e positiva entre produção de leite e energia líquida da forragem (Morand-Fehr & Sauvant, 1980).

Os valores dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (MS), da proteína bruta (PB), do extrato etéreo (EE), da fibra em detergente neutro (FDN) e carboidrato não fibroso (CNF) são mostrados na Tabela 6.

O indicador do máximo aproveitamento dos alimentos é a digestibilidade que mede o desaparecimento dos nutrientes através do trato digestório e indica as características que têm os nutrientes de um alimento para ser aproveitado pelo animal.

Não foi constatado efeito significativo na digestibilidade da MS, PB, FDN e CNF nos níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar. Entretanto houve diferença significativa na digestibilidade do EE. O resultado da digestibilidade da MS e PB concorda com os de Magalhães et al. (2006) e Mendonça et al. (2004a), que trabalharam com dietas contendo silagem de milho e/ou cana-de-açúcar na relação volumoso:concentrado de 60:40, na alimentação de vacas em lactação.

Tabela 6. Digestibilidade aparente da matéria seca e nutrientes das dietas contendo níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar na alimentação de cabras em lactação

Variáveis (%)	Níveis de substituição (%)				Média	CV (%)
	0	33	67	100		
Matéria seca	68,71	66,63	73,42	67,89	69,16	8,71
Proteína bruta	75,22	71,66	78,74	74,99	75,10	8,12
Extrato etéreo	80,78	79,00	79,92	70,80	77,63	5,94
	$\hat{Y} = 80,1509 + 0,0763989X - 0,00163828X^2$ * $(R^2 = 0,88; Y_{\max} = 81,04 \text{ para } X = 23,32)$					
Fibra detergente neutro	28,74	17,65	25,36	22,63	23,59	60,41
Carboidratos não fibrosos	84,80	85,97	90,17	87,56	87,12	5,23

CV = coeficiente de variação; R^2 = coeficiente de determinação; * = $P < 0,05$.

A média da digestibilidade da MS de 69,16% foi superior à encontrada por Vilela et al. (2003) de 65,18% em dietas com participação da cana-de-açúcar e ureia com diferentes concentrados, e Costa et al. (2005), de 66,75 em dietas com silagem de milho ou cana-de-açúcar na alimentação de vacas leiteiras. A participação dos volumosos com 40% e a semelhança nos teores de FDN das dietas experimentais podem ter contribuído com a maior digestibilidade da MS. Além disso, esta digestibilidade pode ser atribuída à maior participação dos CNF nas dietas experimentais, uma vez que, na medida em que aumenta a fração volumosa, a

digestibilidade da matéria seca diminui, em virtude do aumento dos carboidratos estruturais (Rode et al., 1985).

Em caprinos alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar, tratada ou não com óxido de cálcio, na relação volumoso:concentrado 70:30, Carvalho et al. (2010) encontraram digestibilidade da MS do alimento de 66,25% e da FDN de 43,7%.

Foi observado comportamento quadrático para a digestibilidade do EE nos níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar e sua máxima digestibilidade de 81,04 foi registrada para 23,325 de cana-de-açúcar. O teor de lipídio dos grãos e da forragem da silagem de milho, consequentemente maior porcentagem de EE em relação à cana-de-açúcar, pode ter contribuído à maior digestibilidade do EE, uma vez que os lipídios da forragem são hidrolisados para formar ácidos graxos, galactose e glicerol no rúmen; e este último é rapidamente fermentado para ácido graxo de cadeia curta (Palmquist & Mattos, 2006). Esta maior digestibilidade favorece ao teor de gordura do leite.

Mendonça, et al. (2004a), Costa et al. (2005) e Magalhães et al. (2006) também encontraram maior digestibilidade do EE em dietas com participação da silagem de milho com média de 85,10 e 72,28% em relação à cana-de-açúcar com 80,40 e 58,21%, respectivamente, na alimentação de vacas em lactação.

A média da digestibilidade da FDN e do CNF foi de 23,59 e 87,12%, respectivamente. O valor da FDN e do CNF foi inferior e semelhantes, respectivamente, aos relatados por Mendonça, et al. (2004a) e Costa et al. (2005), que encontraram maior digestibilidade da FDN na dieta com silagem de milho comparada à dieta com cana-de-açúcar com média de 39,23 e 43,59%. Entretanto, a digestibilidade do CNF foi inversamente proporcional à digestibilidade da FDN, maior para dietas com cana-de-açúcar e menor com silagem de milho, com médias de 92,9 e 86,22%, respectivamente.

Na Tabela 7 são apresentados produção de leite (PL), produção corrigida a 3,5% de gordura (PLC), nitrogênio ureico do leite (NUL) e teores de PB, gordura (GOR), lactose (LAC), sólidos totais (ST) e extrato seco desengordurado (ESD)

Não foram encontradas diferenças na produção de leite (PL) e na produção corrigida para 3,5% de gordura (PLC) nos animais, alimentados com níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar. Entretanto, houve diferença no consumo de MS, esta não influenciou na produção de leite das cabras. Possivelmente isto se deve ao consumo de PB, que foi semelhante, nos diferentes tratamentos.

O consumo de matéria seca é um dos principais determinantes da produção, porquanto que cabras com maior capacidade de consumo apresentam maior potencial para produção de leite (Resende et al., 2007). O consumo de MS de 2,272 kg/d se refletiu na produção de leite de 1,512 kg/d, o que está de acordo com as exigências do NRC (2006) para este nível de produção.

Tabela 7. Produção e composição do leite de cabras em lactação alimentadas com dietas contendo níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar

Variáveis	Níveis de substituição (%)				Média	CV (%)
	0	33	67	100		
Produção de leite (kg/d)	1,670	1,441	1,474	1,465	1,512	18,03
Produção de leite 3,5% gordura (kg/d)	1,741	1,528	1,464	1,463	1,549	16,35
Proteína (g/kg)	32,3	34,4	34,7	34,4	34,0	6,93
Gordura (g/kg)	36,4	37,6	36,3	34,7	36,3	9,85
Lactose (g/kg)	43,5	44,5	44,0	44,2	44,0	3,33
Sólidos totais (g/kg)	120,5	125,0	123,2	120,4	122,3	4,49
Extrato seco desengordurado (g/kg)	84,1	87,3	86,8	85,7	86,0	3,12
Nitrogênio ureico (mg/dL)	26,84	28,84	31,01	32,73	29,85	11,71
$\hat{Y} = 26,8936 + 0,0595189X$ * ($r^2 = 0,99$)						

CV = coeficiente de variação; r^2 = coeficiente de determinação; * = $P < 0,05$.

Entretanto, em dietas que foram formuladas para serem isoproteicas (15% de PB) e a maior participação do concentrado, conseqüentemente maior energia para produção, os nutrientes não foram aproveitados para a produção de leite. Possivelmente a falta de sincronização das fontes de nitrogênio com os carboidratos solúveis para formar proteína microbiana influenciou na baixa produção de leite, em se tratando de cabras com elevado potencial. Pode-se observar na Tabela 6 que os valores NUL indicam excesso de PB que não foi utilizado para produção. Outro fator a ser considerado, na baixa produção de leite, é que o consumo de energia líquida não foi o suficiente às exigidas pelas cabras com potencial de produção de 2,5 a 3,5 kg/dia (NRC, 2007).

Em trabalhos com cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada em dietas na relação volumoso:concentrado de 50:50 na alimentação de cabras em lactação, Gentil (2006)

e Mendes (2006) não encontraram diferenças significativas nos diferentes tratamentos na produção de leite com média de 2,010 e 1,520 kg/dia, respectivamente.

Magalhães et al. (2004), em vacas de leite, relataram que a produção de leite e PL corrigida para 3,5% de gordura diminuiu linearmente conforme aumentavam os níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar, indicando que a qualidade da fibra da cana-de-açúcar limitou o desempenho individual dos animais.

Costa et al. (2005), em outro trabalho com vacas leiteiras, observaram que a PL foi menor para a dieta com 60%, intermediária com 50% e maior com 40% de cana-de-açúcar; e esta última foi semelhante à dieta com 60% de silagem de milho. Estes autores atribuem que a menor produção de leite para as dietas com maior participação de cana pode ser explicada pelo menor consumo de MS, o que resultou em menor consumo de nutrientes.

Corroborando o anteriormente citado, Pires et al. (2010), em estudos com vacas em lactação alimentadas com níveis crescentes de substituição da silagem de milho por cana-de-açúcar, encontraram maior produção para os tratamentos com 100, 75 e 50% de silagem e menor produção para os tratamentos com 75 e 100% de cana-de-açúcar em volumoso. Indicando que a diminuição do leite foi afetada pelo menor consumo de MS, conseqüentemente diminuiu-se a ingestão de energia.

Assim como o leite bovino, a composição do leite caprino varia devido a vários fatores, incluindo raça, idade, estágio da lactação e alimentação. Não foram encontradas diferenças para os constituintes PB, GORD, LACT, ST e ESD do leite nos diferentes níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar. Resultados semelhantes foram observados por Magalhães et al. (2004) e Mendonça et al. (2004a) para PB, ST e ESD, e Costa et al. (2005) para PB, LACT e ESD. O teor de PB do leite, de cabras, de 3,40%, está dentro dos parâmetros relatados por Villalobos (2005), que cita que este pode variar de 2,2 até 5,1%.

A média do teor de GOR do leite de 3,63% foi superior ao que foi observado em outros trabalhos com cabras leiteiras, Canizares et al. (2011) de 2,8%; Fonseca et al. (2006) de 2,95%; Carvalho et al. (2006a) de 3,24% e Branco et al. (2011) de 3,32%. No caso dos primeiros autores, as pesquisas foram realizadas com dietas com maior participação de concentrado, e dos últimos, trabalhou-se com níveis crescentes de FDN na dieta. O teor de GORD pode ser considerado alto, em se tratando de dietas com maior participação de concentrado, em que há maior produção de ácidos graxos de cadeia curta, especialmente do ácido propiônico. Possivelmente a produção de

leite, que pode ser considerada baixa, concentrou a gordura do leite, elevando sua porcentagem.

Corroborando com o anterior citado, Pires et al. (2010) relataram que os tratamentos com dietas contendo 50, 75 e 100% de cana-de-açúcar apresentaram maior concentração de GORD comparados com os de 100 e 75% de silagem de milho na alimentação de vacas leiteiras, indicando que a possível explicação seria o efeito da diluição causada pela maior produção de leite verificada nos tratamentos com silagem de milho.

Magalhães et al. (2004), Mendonça et al. (2004a) e Costa et al. (2005), trabalhando com vacas leiteiras, não encontraram diferença no teor de GORD do leite nos tratamentos com silagem de milho e/ou cana-de-açúcar, com médias de 4,06; 3,82 e 3,44%, respectivamente. Estes autores esperavam menor valor de GORD para a dieta com 40% de cana-de-açúcar, indicando que o aumento na participação de concentrado na dieta causa diminuição na relação acético:propiónico e consequentemente redução no teor de gordura do leite.

A amônia extra no rúmen, produto da degradação das proteínas e do N não proteico presente na ureia, aumenta a formação de ureia no fígado, cujo excesso é excretado pela urina e em menor porcentagem pelo leite (Giaccone et al., 2007); consequentemente o NUL tem sido utilizado como indicador para monitorar o excesso de PB na dieta, seja da forma degradável ou solúvel.

A concentração de NUL apresentou comportamento linear com os níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar. A concentração de NUL foi intensificando com o aumento da cana-de-açúcar nas dietas experimentais. A preferência das cabras em consumir o concentrado e à maior teor de ureia, e excesso de PB para o nível de produção de leite das cabras, pode ter contribuído ao aumento do NUL nas dietas, com participação da cana-de-açúcar. A média de concentração NUL de 29,85 mg/dL foi superior à encontrada por Gentil (2006), com 25,08 mg/dL no leite de cabras alimentadas com cana-de-açúcar fresca e ensilada, indicando que o valor alto da concentração de NUL pode ser decorrente da maior quantidade de carboidratos facilmente fermentescíveis da cana-de-açúcar, ocasionando a falta de sincronização com a taxa de degradação das fontes de nitrogênio.

No experimento com cabras em manutenção, relatado no capítulo 2, alimentadas com dietas semelhantes ao do presente experimento, observou-se concentração de nitrogênio amoniacal de 24,20 mg/dL, o que pode ser considerado alto, possivelmente

foi reciclado para o rúmen na forma de ureia e fezes, e excesso eliminado pela urina. Voltando ao experimento, a falta de sincronização das fontes de nitrogênio com os carboidratos solúveis pode ter prejudicado a formação de proteína microbiana para produção, aumentando a concentração de nitrogênio amoniacal no rúmen, e parte deste se refletiu no leite das cabras.

Giaccone et al. (2007) observaram concentração de NUL de 43,52 mg/dL em cabras criadas em condições extensivas, recebendo 500 g/dia de concentrado comercial duas vezes ao dia durante a ordenha. Os autores relataram que a concentração de NUL, além da qualidade da dieta, pode ser afetada pela produção de leite, idade, número de lactação e estágio de lactação.

Não foram encontrados, na literatura consultada, relatos que permitam estabelecer valores que possam ser considerados normais, de nitrogênio ureico do leite de cabras, não acontecendo assim para vacas, que segundo Peres (2001) os valores considerados normais estão dentro da faixa de 12 – 18 mg/dl. Este autor indica que NUL baixos indicam deficiência de PB degradável e solúvel, valores altos indicam deficiência de carboidratos (CHO) e excesso de PB. No presente trabalho os valores são altos especialmente para o tratamento com 100% cana-de-açúcar, com 32,73 mg/dL, sugerindo que houve excesso de N, o que está relacionado ao excesso de PB que não foi aproveitado para produção de proteína microbiana, consequentemente para produção de leite. Isto se justifica com a preferência dos animais em consumir primeiro o concentrado, que continha ureia em forma crescente de acordo com os níveis de cana-de-açúcar.

Os resultados do comportamento ingestivo de cabras em lactação referentes aos tempos gastos com alimentação, com ruminação, com ócio e com mastigação são mostrados na Tabela 8.

Não foram observadas diferenças significativas para os tempos despendidos com alimentação (TAL), com ruminação (TRU), com outras atividades (TOA) e com mastigação (TMA), pelos animais alimentados com níveis de substituição de silagem de milho pela cana-de-açúcar.

As médias nos tempos de alimentação e ruminação são menores que as encontradas por Carvalho et al. (2004), com médias de 303 e 424 minutos por dia, respectivamente, em cabras alimentadas com dietas com 40% de FDN, à base de farelo de cacau e torta de dendê. O menor valor, encontrado nestas variáveis no presente experimento, possivelmente se deve à maior participação do concentrado em

relação aos volumosos nas dietas e ao tamanho da partícula dos volumosos, que foram semelhantes.

Tabela 8. Tempo gasto em alimentação, ruminação, outras atividades e mastigação de cabras em lactação alimentadas com dietas contendo níveis de substituição da silagem de milho e da cana-de-açúcar

Variáveis (minutos/dia)	Níveis de substituição (%)				Média	CV (%)
	0	33	67	100		
Tempo de alimentação	223	253	232	274	245	19,58
Tempo de ruminação	295	288	305	309	299	17,94
Tempo outras atividades	923	900	903	858	896	8,87
Tempo de mastigação	518	540	537	583	544	14,60

CV = coeficiente de variação

De acordo com Van Soest (1994) o tempo de ruminação é influenciado pela natureza da dieta e parece ser proporcional ao teor de parede célula dos volumosos. Entretanto, os volumosos apresentaram valores de FDN de 43,3% para cana-de-açúcar e 41,6% para silagem de milho (Tabela 2), esses participaram com 40% na dieta caindo a porcentagem de FDN para 24,02% (Tabela 3), o que pode ter favorecido menor tempo de ruminação. Além disso, pelas características de seleção do alimento, em que antes do fornecimento das dietas os volumosos eram incorporados ao concentrado em forma de mistura completa, as cabras preferiram o concentrado e as partes mais verdes e/ou suculentas dos volumosos estudados.

De acordo com isso, Dado & Allen (1995) relataram que a forma física dos alimentos da dieta influencia o tempo despendido nos processos de mastigação e ruminação e que a fibra fisicamente efetiva está relacionada com o tamanho da partícula que estimula a ruminação. Por outro lado, alimentos concentrados e misturados com fenos finamente triturados ou peletizados evitam a seleção e reduzem o tempo de ruminação, enquanto que volumosos com alto teor de parede celular tendem a aumentar o tempo de ruminação (Carvalho et al., 2004).

Em experimentos com cabras leiteiras alimentadas com diferentes relações volumoso:concentrado, Gonçalves et al. (2001) observaram a redução do tempo despendido em alimentação e ruminação à medida que se elevou o concentrado nas dietas. Seus efeitos foram lineares em função da elevada densidade energética da

dieta, e pelo fato da baixa concentração de fibra dietética não ter estimulado a ruminação.

Polli et al. (1995), trabalhando com bovinos e bubalinos em regime de confinamento alimentados com dietas à base cana-de-açúcar ou silagem de milho, e Mendonça et al. (2004b), com vacas leiteiras alimentadas com dietas com silagem de milho (60%) ou cana-de-açúcar (60 e 40%), não encontraram diferenças no TAL com médias de 301 e 269 minutos e TRU com 502 e 475 minutos, respectivamente.

Com a elevação dos níveis de FDN nas dietas na alimentação de cabras em lactação, Carvalho et al. (2006b) observaram aumento linear nos tempos despendidos com alimentação e ruminação. O tempo de mastigação também aumentou linearmente com a elevação do teor de fibra nas dietas.

O baixo consumo de matéria seca, consequentemente a baixa produção de leite, pode ter sido consequência do maior tempo de ócio em que permaneceram as cabras e ao menor tempo de alimentação. As cabras leiteiras são animais gregários, criadas em grupos. No entanto, neste experimento foram colocadas em baias individuais, o que poderia ter provocado estresse nos animais, provocando diminuição do tempo gasto nas variáveis anteriormente citadas. Segundo Richardson et al. (2005) a alocação de cabras em um ambiente desconhecido é um agente estressor importante, que provoca alterações comportamentais mais intensas que a privação do alimento.

CONCLUSÕES

A cana-de-açúcar pode ser substituída em 100%, à silagem de milho, na relação volumoso:concentrado 40:60, e utilizada na alimentação de cabras leiteiras, sem alterar a digestibilidade da matéria seca, produção de leite e teores de proteína, gordura, lactose e sólidos totais.

A participação da cana-de-açúcar aumentou a concentração de nitrogênio ureico do leite das cabras em lactação.

A cana-de-açúcar pode ser utilizada em substituição à silagem de milho, na relação volumoso:concentrado 40:60, sem alterar os tempos despendidos em alimentação, ruminação e mastigação.

LITERATURA CITADA

- ARMENTANO, L.; PEREIRA, M. Measuring the effectiveness of fiber by animal response trials. **Journal Dairy Science**, v.80, n.7, p.1416-1425, 1997.
- BAUMONT, R. ; PRACHE, S.; MEURET, M. et al. How forage characteristics influence behavior and intake in small ruminants: a review. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.64, p.15-28, 2000
- BRANCO, R. H.; RODRIGUES, M.T.; SILVA, M.M.C. et al. Desempenho de cabras em lactação alimentadas com dietas com diferentes níveis de fibra oriunda de forragem com maturidade avançada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p.1061-1071, 2011.
- BERCHIELLI, T.T.; OLIVEIRA, S.G.; CARILHO, E.N.V.M. et al, Comparação de marcadores para estimativa de produção fecal e de fluxo de digesta em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.987-996, 2005.
- 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**, Viçosa, MG, v.29, n.1, p.236-242, 2000.
- CABRAL, A.M.D. **Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) e ureia em substituição ao feno de capim tifton (*Cynodon spp*) na alimentação de cabras Saanen em lactação**. 2008. 55p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, 2008.
- CAMPOS, P.R.S.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E. et al. Consumo, digestibilidade e estimativa do valor energético de alguns volumosos por meio da composição química. **Revista Ceres**, v.57, n.1, p.79-86, 2010.
- CANIZRES, G.I.L.; GONÇALVES, H.C. COSTA, C. et al. Use of high moisture corn silage replacing dry corn on intake, apparent. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.4, p.860-865, 2011.
- CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; SILVA, F.F. et al. Comportamento ingestivo de cabras leiteiras alimentadas com farelo de cacau ou torta de dendê. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.9, p.919-925, 2004.
- CARVALHO, S.; RODRIGUES, M.T.; BRANCO, R.H.; et al. Consumo de nutrientes, produção e composição do leite de cabras da raça Alpina alimentadas com dietas contendo diferentes teores de fibra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1154-1161, 2006a.
- CARVALHO, S.; RODRIGUES, M.T.; BRANCO, R.H. Comportamento ingestivo de cabras Alpinas em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro proveniente da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2 p.562-568, 2006b.
- CARVALHO, G.G.P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V. et al. Consumo, digestibilidade aparente e dias de coleta total na estimativa da digestibilidade em caprinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, p.2714-2723, 2010.
- COSTA, M.G.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Desempenho produtivo de vacas leiteiras alimentadas com diferentes proporções de cana-de-açúcar e concentrado ou silagem de milho na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2437-2445, 2005.

- DADO, R.G.; ALLEN, M.S. Intake limitations, feeding behavior, and rumen function of cow challenged with rumen fill from dietary fiber of inert bulk. **Journal of Dairy Science**, v.78, n.1, p.118-133, 1995.
- FONSECA, C.E.M.D.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.D.C et al. Produção de leite em cabras alimentadas com diferentes níveis de proteína na dieta: consumo e digestibilidade dos nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1162-1168, 2006.
- GENTIL, R.S. **Silagem de cana-de-açúcar tratada com aditivo químico ou microbiano na alimentação de cabras em início de lactação**. 2006. 70p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- GIACCONE, P.; TODARO, M.; SCATASSA, M.L. Factors associated with milk urea concentrations in Girgentana goats. **Italian Journal of Animal Science**, v.6, n.1, p.622-624, 2007.
- GONÇALVES, A.L.; LANA, R.D.P.; RODRIGUES, M.T. Padrão nictemeral do pH ruminal e comportamento alimentar de cabras leiteiras alimentadas com dietas contendo diferentes relações volumoso:concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1886-1892, 2001.
- HAENLEIN, G.F. [2002]. Feeding goats for improved milk and meat production.Goat connection. Disponível em: <<http://www.goatconnection.com/articles/publish/article-75.shtml>> Acesso em: 12 maio 2011.
- MAGALHÃES, A.L.R.; CAMPOS, J.M.S.; CABRAL, L.S. et al. Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: Desempenho e viabilidade econômica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1292-1302, 2004.
- MAGALHÃES, A.L.R.; CAMPOS, J.M.S.; CABRAL, L.S. et al. Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: Parâmetros digestivos e ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.591-599, 2006.
- MENDES, C.Q. **Silagem de cana-de-açúcar na alimentação de ovinos e caprinos: valor nutritivo, desempenho e comportamento ingestivo**. 2006. 103p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- MENDONÇA, S. S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C.; et al. Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite e variáveis ruminais em vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.481-492, 2004a.
- MENDONÇA, S. S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C.; et al. Comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar ou silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.723-728, 2004b.
- MORAND-FEHR, P. SAUVANT, D. Composition and yields of goats milk as affected by nutrition manipulation. **Journal of Dairy Science**, v.6, n.10, p.1671-1680, p. 1980.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6.ed. Washington, DC: National Academic Press, 2001, 387p.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Small ruminants**. Washington, DC: National Academic Press, 2007, 362p.
- PASLMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de lipídeos, In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006, p.287-309.
- PERES, J.R. O leite como ferramenta do monitoramento nutricional In: GONZALES, F.H.D.; DÜRR, J.W.(Ed). **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre: UFRGS, 2001. p.41-45.
- PIRES, A.V.; SUSIN, I.; SIMAS, J.M.C.D. et al. Substituição da silagem de milho por cana-de-açúcar e caroço de algodão sobre o desempenho de vacas holandesas em lactação. **Ciência Animal Brasileira**, v.11, n.2, p.251-257, 2010.
- PRESTON, T.R. Nutritional limitation associated with the feeding of tropical forage. **Journal of Animal Science**, v.54, n.4, p.887-884, 1982.
- POLLI, V.A.; RESTLE, J.; SENNA, D.B. et al. Comportamento de bovinos e bubalinos em regime de confinamento - I. Atividade. **Ciência Rural**, v.25, n.1, p.127-131, 1995
- RESENDE, K.T.; FERNANDES, M.H.; TEIXEIRA, I.A. Nutrição de cabras leiteiras. In: SIMPÓSIO DE CAPRINOS E OVINOS DA EV-UFGM, 2., 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Escola de Veterinária - UFGM, 2007. p.259-276.
- RIBEIRO, E.G.; ESTRADA, L.H.C.; FONTES, C.A.A. et al. Níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar na alimentação de vacas de leite (consumo alimentar), In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, MG. **Anais...** São Paulo: SBZ/Gmosis. (CD-ROM).
- RICHARDSON, F.D.; HAHN, B.D.; HOFFMAN, M.T. On the dynamics of grazing systems in the semi-arid succulent karoo: The relevance of equilibrium and non-equilibrium concepts to the sustainability of semi-arid pastoral systems. **Ecological Modeling**, v.187, n.4, p.491-512, 2005.
- RODE, L.M.; WEAKLEY, D.C.; SATTER, L.D. Effect of forage amount and particle size in diets of lactating dairy cows on site of digestion and microbial synthesis. **Canadian Journal of Animal Science**, v.65, n.1, p.101-11, 1985.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 237p.
- 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 Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **Sistema de Análises Estatística e Genéticas – SAEG**. Versão 9.0. Viçosa, MG, 2000.
- 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, n.10, p.3583-3597, 1991.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Comstock, 1994. 476p.
- VANZANT, E.S.; COCHRAN, R.C.; TITGEMEYER, E.C. Standardization of in situ techniques for ruminant feedstuff evaluation. **Journal of Animal Science**, v.76, p.2717-2729, 1998.

- VILELA, M.D.S.; FERREIRA, M.D.A.; VERAS, A.S.C. Avaliação de diferentes suplementos para vacas mestiças em lactação alimentadas com cana-de-açúcar: desempenho e digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n.3, p.768-777, 2003.
- VILLALOBOS, A.C. Aspectos nutricionales de la leche de cabra (*Capra hircus*) y sus variaciones em el processo agroindustrial. **Agronomia Mesoamericana**, v.16, n.2, p.239-252, 2005.

CAPÍTULO 4

IMPLICAÇÕES

O pequeno produtor visa, no sistema de produção de caprinos, obter produção constante ao longo do ano. Para isto tem que contar com animais eficientes e alimentação adequada. A alimentação é o entrave na produção animal, seja pelo custo de produção ou pela disponibilidade ao longo do ano.

A cana-de-açúcar, pela alta produção de matéria seca, pelo teor de açúcar e pela disponibilidade no período de escassez de alimento, se mostra como alternativa de utilização na alimentação de ruminantes. Assim, os resultados obtidos neste estudo revelaram que a cana-de-açúcar, na relação volumoso concentrado de 40:60, na alimentação para cabras, é uma alternativa a ser considerada, especialmente para animais em manutenção e de baixa produção.

Embora a proporção da cana-de-açúcar e da silagem de milho nas dietas experimentais não tenha alterado os parâmetros produtivos e comportamentais das cabras, sugerem-se outros trabalhos com maior participação do volumoso em relação ao concentrado, nas dietas. E assim, podem-se obter mais informações com respeito às diferenças na utilização da cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho. Um possível trabalho de pesquisa com níveis de substituição dos volumosos seria na relação volumoso:concentrado de 60:40 ou 50:50.

Pelas cabras terem comportamento ingestivo diferente aos bovinos, já que são animais que selecionam, aproveitando melhor as partes tenras da planta, poderia se estudar a participação da cana-de-açúcar na dieta de cabras em diferentes proporções (20, 40, 60 e 80%) e avaliar seus efeitos sobre os parâmetros produtivos, ruminais e comportamentais.

As cabras são animais gregários, conseqüentemente são criadas em grupos. O modelo experimental de Quadrado Latino poderia prejudicar produção de leite, já que se trabalha com animais colocados em baias individuais, causando estresse. Para o estudo da produção de leite, poderia se trabalhar com outro modelo experimental, em que as cabras sejam agrupadas em baias coletivas, sendo a baia a unidade experimental.

O custo de produção é outro fator de suma importância a ser considerado. Pode-se estudar que nível de participação da cana-de-açúcar, nas dietas, pode ser utilizado para animais em produção para uma melhor relação custo/benefício, ou para que categoria de animal possa ser destinada.