

KAMILA ANDREATTA KLING DE MORAES

**CANA-DE-AÇÚCAR *IN NATURA*, ENSILADA OU SILAGEM DE MILHO EM
DIETAS PARA NOVILHAS DE CORTE**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2010

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

T

M827c
2010

Moraes, Kamila Andreatta Kling de, 1980-

Cana-de-açúcar *in natura*, ensilada ou silagem de milho em dietas para novilhas de corte / Kamila Andreatta Kling de Moraes. – Viçosa, MG, 2010.
xi, 65f. : il ; 29cm.

Orientador: Sebastião de Campos Valadares Filho.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Cana-de-açúcar. 2. Óxido de cálcio. 3. Milho - Silagem.
4. Cana-de-açúcar - Silagem. 5. Digestibilidade. 6. Bovino de corte - Registros de desempenho. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 636.20852

KAMILA ANDREATTA KLING DE MORAES

**CANA-DE-AÇÚCAR *IN NATURA*, ENSILADA OU SILAGEM DE MILHO EM
DIETAS PARA NOVILHAS DE CORTE**

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

APROVADA: 17 de agosto de 2010

Prof. Edenio Detmann

Prof^a. Rilene Ferreira Diniz Valadares
(Co-orientadora)

Prof. Odilon Gomes Pereira

Prof^a. Luciana Navajas Renno de Araujo

Prof. Sebastião de Campos Valadares Filho
(Orientador)

A Deus

Aos meus avós Anhez Sperandio Stinguel e José Manoel Stinguel (*in memorian*), que mesmo sem saberem me ensinaram os primeiros passos da zootecnia os quais serviram como estímulo durante todos os anos de estudo.

Aos meus pais Mirandina e Almyr pelo apoio incondicional e pela fortaleza de honestidade, dignidade e trabalho que eles representam.

Aos meus amados e queridos filhos Isabela e Daniel que o tempo todo me estimulam, me acalmam e me fazem feliz com seus simples gestos.

Ao meu amado esposo Eduardo sem o qual teria sido impossível a conclusão deste trabalho.

Aos meus queridos irmãos Nana e Helinho aos quais reservo muitas lembranças de brigas e brincadeiras.

Aos meus queridos sobrinhos Pedro Henrique e Henrique

Aos grandes amigos e funcionários do Departamento de Zootecnia José Geraldo e Marcelo Cardoso que foram indispensáveis na condução do experimento e que sem eles talvez nem tivesse chegado ao fim e se tivesse finalizado não teria sido com a mesma qualidade e diversão

Aos meus queridos sogros Marilene e George que sempre estiveram na torcida pelo meu sucesso.

A todos Dedico.

AGRADECIMENTO

A DEUS por ter me concedido a benção da vida e por ter permitido que eu chegasse até aqui.

Aos meus amados pais por todo sacrifício e trabalho para que eu pudesse estudar.

Aos meus irmãos.

Aos meus avós Anhez e José Manoel, Iluminata (saudades) e Rodolpho.

Ao querido esposo pela paciência, ajuda e apoio.

Aos meus filhos pelo amor e estímulo.

A Marilene e George (sogros) pelo imenso apoio à qualquer hora.

À Tia Marcília e Tio Laede pela ajuda e torcida

Ao paciente e compreensivo Prof. Sebastião de Campos Valadares Filho pelo apoio e oportunidades concedidas ao longo de minha formação acadêmica, pelos valiosos ensinamentos e pela excelente orientação.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Zootecnia, por tornar possível a realização deste curso.

À FAPEMIG, CNPq, CAPES e ao INCT de Ciência Animal pelo financiamento parcial desta pesquisa

A grande amiga Rosy pela agradável e divertida companhia.

À Prof^a Rilene Ferreira Diniz Valadares, pela maneira alegre e disposta com que sempre me recebeu e auxiliou.

Aos professores Edenio Detmann, Odilon e Luciana Rennó pelo auxílio na melhoria deste trabalho.

Aos amigos Zezé, Marcelo pela ajuda indispensável durante a realização dos experimentos, pelo agradável convívio e pelos momentos alegres vividos na “cozinha” do Laboratório Animal.

Ao Amigo Douglas Pina, pela sempre disposição em realizar as análises estatísticas.

Aos queridos amigos Bruna Pena, Shirley Mota, Marcos Yamaki, Aroldinho, Carcaça, Bia, Ana Paula...; aos quais reservo grande espaço no coração e doces memórias dos bons momentos vividos na graduação.

Ao estimado amigo Vavá (Evaristo Jorge) e sua noiva Taíssa pela diversão durante os cansativos dias de laboratório.

Ao grande amigo Dalton Henrique pela inestimável ajuda e companhia.

Ao Amigos, João Paulo, Palominha, Laurinha, Rafael e Mateus (gaúchos), Marcinho, Ivana, Iziz, Dani pela agradável convivência e por tornar os dias mais fáceis.

A todos outros amigos que tive prazer de conhecer e de alguma forma ajudaram de alguma forma na conclusão deste trabalho

BIOGRAFIA

KAMILA ANDREATTA KLING DE MORAES filha de Amlyr José Andreatta e Mirandina do Carmo Stinguel Andreatta nasceu em Aimorés, Minas Gerais, em 29 de novembro de 1980.

Em janeiro de 2005, graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa.

Em março de 2005 iniciou o Curso de Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Ruminantes, submetendo-se à defesa de tese em de 04 de outubro de 2006.

Em novembro de 2006 iniciou o Curso de Doutorado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Ruminantes, submetendo-se à defesa de tese em 17 de agosto de 2010.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	vii
ABSTRACT	x
INTRODUÇÃO GERAL	1
LITERATURA CITADA.....	4
Parâmetros nutricionais de novilhas de corte alimentadas com dietas contendo cana-de-açúcar <i>in natura</i> , ensilada ou silagem de milho.	6
Resumo	6
Abstract	8
Introdução	9
Material e Métodos.....	10
Resultados e Discussão	16
Conclusões.....	30
Literatura Citada.....	30
Cana-de-açúcar <i>in natura</i> , ensilada ou silagem de milho em dietas para novilhas de corte: desempenho e parâmetros nutricionais	34
Resumo	34
Abstract	36
Introdução	37
Material e Métodos.....	38
Resultados e Discussão	44
Conclusão	60
Literatura Citada.....	60

RESUMO

MORAES, Kamila Andreatta Kling de, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2010. **Cana-de-açúcar *in natura*, ensilada ou silagem de milho em dietas para novilhas de corte.** Orientador: Sebastião de Campos Valadares Filho. Co-Orientadores: Maria Ignez Leão e Rilene Ferreira Diniz Valadares.

O estudo foi desenvolvido a partir de dois experimentos com o objetivo de avaliar dietas contendo cana-de-açúcar *in natura*, ensilada ou silagem de milho para novilhas de corte. No Experimento 1, avaliou-se o consumo, a digestibilidade aparente, a eficiência de síntese microbiana e parâmetros ruminais de novilhas de corte alimentadas com dietas à base de silagem de cana-de-açúcar com diferentes níveis de cal (0,0; 0,75 e 1,5%), cana-de-açúcar *in natura* e silagem de milho. Utilizou-se para todas as dietas um mesmo concentrado ofertado na base de 0,5% do peso corporal. Os volumosos à base de cana-açúcar tiveram seu teor protéico corrigido para 10,5%, utilizando-se uréia com sulfato de amônia (9:1), assim como a silagem de milho. Foram utilizadas 5 novilhas fistuladas no rúmen e no abomaso, com peso corporal médio inicial de 373,8 kg (\pm 33,12) distribuídas em quadrado latino 5 x 5. Para as determinações das digestibilidades aparentes totais dos nutrientes, foram efetuadas coletas de fezes dos animais, durante três dias seguidos em horários diferentes (8:00, 12:00 e 17:00 h) na terceira semana de cada período do experimento. A estimativa de produção fecal foi efetuada utilizando a LIPE[®] e, para estimar o consumo individual de concentrado foi utilizado do dióxido de titânio como indicador externo. O consumo individual de volumoso foi estimado através da fibra indigestível em detergente neutro (FDNi). Verificou-se que os animais alimentados com as dietas contendo silagens de cana-de-açúcar apresentaram menores consumos de matéria seca do que aqueles que consumiram a dieta à base de cana-de-açúcar *in natura*. Os animais alimentados com dietas contendo silagem de milho apresentaram maior consumo de matéria seca que os demais. Verificou-se comportamento quadrático para a inclusão de cal, observando-se consumos máximos de MS, MO, PB, e NDT com os níveis de 0,81; 0,77; 0,86 e 0,86% de cal, respectivamente. O consumo de FDN apresentou comportamento linear

negativo com o aumento do nível de cal na silagem de cana-de-açúcar. A digestibilidade aparente total da FDN aumentou com a inclusão de cal na silagem de cana-de-açúcar. O balanço de compostos nitrogenados (BN) foi maior nos animais que consumiram dietas contendo silagem de milho, não havendo diferenças entre aqueles alimentados com dietas contendo silagens de cana-de-açúcar e cana-de-açúcar *in natura*. Foi observado aumento no BN à medida que se incluiu a cal nas silagens de cana-de-açúcar. Dietas à base de silagem de milho propiciam maior consumo e digestibilidade da matéria seca e balanço de compostos nitrogenados em relação às dietas à base de cana-de-açúcar. Baseado na máxima ingestão de energia (NDT) recomenda-se ensilar a cana-de-açúcar com 0,86% de cal. No Experimento 2, avaliaram-se os consumos, a digestibilidade aparente total; a eficiência de síntese microbiana, o balanço de compostos nitrogenados e o ganho de peso de novilhas de corte alimentadas com dietas à base de silagem de cana-de-açúcar com diferentes níveis de cal (0,0; 0,75 e 1,5%), cana-de-açúcar *in natura* ou silagem de milho. Utilizou-se um mesmo concentrado ofertado em base de 0,5% do peso corporal à todos os animais, sendo então as dietas isoprotéicas, visto que todos os volumosos foram corrigidos para terem o mesmo teor protéico (10,5%), acrescentando-se uréia/sulfato de amônia (9:1) nas devidas proporções para cada volumoso. Foram utilizadas 30 novilhas nelore com peso corporal médio de 273,6 Kg (\pm 25,72) e 18 meses de idade média, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado. Para as determinações das digestibilidades aparentes totais dos nutrientes, foram efetuadas coletas de fezes dos animais, durante três dias seguidos em horários diferentes (8:00, 12:00 e 17:00 h) na terceira semana de cada período do experimento. A estimativa de produção fecal foi efetuada utilizando a LIPE[®] e, para estimar o consumo individual de concentrado foi utilizado o dióxido de titânio como indicador externo. O consumo individual de volumoso foi estimado através da fibra indigestível em detergente neutro (FDNi). Os animais que receberam dietas com silagem de milho apresentaram maiores consumos (kg/dia) de todos os constituintes que os animais que receberam as dietas contendo as silagens de cana-de-açúcar e cana-de-açúcar *in natura*. Maiores consumos (kg/dia) de todos os constituintes da dieta, com exceção da PB, foram obtidos para a dieta contendo cana-de-açúcar *in natura* em relação àquelas contendo

as silagens de cana-de-açúcar. Foram estimados consumos máximos de MS, MO e FDN (%PC) com os níveis de cal de 0,82; 0,87e 0,80%, respectivamente. A digestibilidade aparente total de todos os nutrientes foi maior ($P < 0,05$) para a dieta contendo silagem de milho. A inclusão de cal apresentou efeito quadrático na digestibilidade da MS, com máxima digestibilidade estimada no nível 0,82% de cal. O balanço de nitrogênio (BN) foi maior nos animais que consumiram a dieta contendo silagem de milho. Da mesma forma, os animais que consumiram cana-de-açúcar *in natura* apresentaram melhor BN em relação aos que ingeriram dietas contendo silagens de cana-de-açúcar. A inclusão de cal nas silagens de cana-de-açúcar resultou em BN máximo estimado com o nível de 0,77% de cal para estas dietas. O consumo de energia e conseqüentemente o desempenho de novilhas em crescimento alimentadas com silagem de milho é melhor que aquelas alimentadas com cana-de-açúcar. O uso da silagem de cana-de-açúcar sem aditivo resulta em menor consumo de energia. O nível de cal que resultou em melhor consumo de energia situa-se próximo de 0,8%.

ABSTRACT

MORAES, Kamila Andreatta Kling de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, August of 2010. **Fresh or ensiled sugarcane and corn silage in diets for beef heifers.** Adviser: Sebastião de Campos Valadares Filho. Co-Advisers: Maria Ignez Leão and Rilene Ferreira Diniz Valadares.

The present work was developed based on two experiments that aimed evaluate the effects fresh or ensiled sugarcane and corn silage in diets for beef heifers. Experiment 1: Intake, total and partial apparent digestibility, microbial efficiency and ruminal characteristics in beef heifers fed diets based on sugarcane silage with different levels of whitewash (0.0, 0.75 and 1.5%), fresh sugarcane or corn silage. It was used for all diets offered the same concentrate at the base of 0.5% of body weight. The sugarcane was corrected for protein content 10.5%, using urea and ammonium sulfate (9:1), as well as corn silage. Five heifers cannulated in the rumen and abomasum, with average weight of 373.8 kg divided into 5 x 5 Latin square were used. For the determination of apparent digestibilities of nutrients, fecal samples were taken from animals during three consecutive days at different times (8:00, 12:00 and 17:00) in third week of each experimental period. The estimation of fecal output was performed using the LIPE[®] and to estimate the individual consumption of concentrate was used titanium dioxide as an external. The individual consumption of roughage was estimated using indigestible neutral detergent fiber (NDFi). Animals fed diets containing sugarcane silage had lower intakes of dry matter than animals fed with fresh sugarcane. It was verified a quadratic effect with maximum intakes levels of cal 0.81, 0.77, 0.86 and 0.86%, respectively for DM, OM, CP and TDN. NDF intake presented a linear negative with increasing levels of whitewash in sugarcane silage. The total apparent digestibility of NDF increased with the addition of whitewash in sugarcane silage. Nitrogenous compounds were higher for heifers fed corn silage; no difference between diets containing sugarcane silages and fresh sugarcane. However, it was observed increased as the cal was included in the sugarcane. An increase was observed in BN as it included whitewash in the sugarcane silage. Diets based on corn silage provide greater intake and digestibility of dry matter and nitrogenous compounds in relation to diets based on sugarcane.

Based on the maximum energy intake (TDN) is recommended ensile the sugarcane with 0.86% of whitewash. Experiment 2: The study was carried out to evaluate the intake, total apparent digestibility, microbial synthesis efficiency, nitrogen balance and weight gain of beef heifers fed diets based on sugarcane silage with different levels of whitewash (0.0, 0.75 and 1.5%), fresh sugarcane or corn silage. It was used a same concentrated offered on the basis of 0.5% of body weight for all animals, and then the diets isoproteics, since all forages were corrected to have the same protein content (10.5%), adding urea/ammonium sulfate (9:1) in due proportion to each forage. 30 zebu steers with average body weight of 273.6 kg and mean age of 18 months distributed randomly were used. For the determination of apparent digestibilities of nutrients, fecal samples were taken from animals during three consecutive days at different times (8:00, 12:00 and 17:00) in third week of each experimental period. The estimation of fecal output was performed using the LIPE[®] and to estimate the individual consumption of concentrate was used titanium dioxide as an external. The individual consumption of roughage was estimated using indigestible neutral detergent fiber (NDFi). The animals fed corn silage had higher intakes than the animals fed sugarcane silage and fresh sugarcane. Intake was higher for fresh sugarcane in relation to sugarcane silage that showed a quadratic response with the addition of whitewash with maximum intake levels with cal 0.82, 0.87, 0.81 and 0.79%, respectively for DM, OM, and NDF (% CW). The total apparent digestibility was greater for corn silage. The inclusion of cal had a quadratic effect on DM digestibility digestibility with maximum level of 0.82 cal. Nitrogen balance was higher for heifers fed corn silage. Similarly, animals that intake fresh sugarcane showed better nitrogen balance in relation to sugarcane silage. The inclusion of whitewash in sugarcane silages led quadratic behavior on this variable with a maximum value with the level of 0.77% cal. Energy intake and the performance of heifers fed corn silage is better than those fed with sugarcane. The use of sugarcane silage without additives results in lower energy intake. The level of whitewash resulted in higher energy intake lies around 0.8%.

INTRODUÇÃO GERAL

A facilidade de seu cultivo, a execução da colheita nas épocas de estiagem e a grande produção em condições tropicais tornaram a cana-de-açúcar um alimento de grande interesse para os produtores de leite e carne.

A cana-de-açúcar como planta forrageira tem grande destaque na alimentação de ruminantes, sobretudo nas criações em pequenas propriedades, onde o fácil cultivo, a produção no período de maior escassez de forragens verdes, a boa aceitação pelos animais e a alta produção por hectare justificam a sua popularidade.

As principais desvantagens quanto ao seu uso são os baixos teores de proteína bruta e minerais, além da sua baixa digestibilidade, sendo as duas primeiras desvantagens corrigidas com uréia e suplementação mineral, respectivamente. Já o problema da baixa digestibilidade pode ser contornado pela hidrólise da cana-de-açúcar.

O termo hidrólise, em forragens, refere-se à quebra da estrutura da fibra, o que sugere a solubilização de componentes e, por conseqüência, aumenta a digestibilidade do alimento como um todo. Isso pode apresentar como conseqüência maior consumo e melhor desempenho do animal.

A baixa digestibilidade da fração fibrosa da cana-de-açúcar está relacionada à alta concentração de lignina e a sua ligação com os carboidratos estruturais (hemicelulose e celulose) que impede a ação dos microrganismos ruminais sobre estes carboidratos. No entanto, essas ligações do tipo éster, nas gramíneas, são particularmente susceptíveis a ação hidrolítica, justificando a utilização de álcalis no tratamento da cana-de-açúcar, promovendo solubilização de parte da lignina pelo aumento de pH (Van Soest, 1994).

Esses agentes atuam solubilizando parcialmente a hemicelulose, promovem o fenômeno conhecido como "intumescimento alcalino da celulose", que consiste na expansão e ruptura das moléculas de celulose (Jackson, 1977).

O uso da cana-de-açúcar *in natura*, mediante cortes diários, é tradicional e de amplo conhecimento dos produtores. Entretanto, este manejo demanda mão-de-obra diária para cortes, trituração e transporte, estabelece limitação logística/operacional quando se pretende suplementar rebanhos de maior porte. Além disso, em situações de sobras de cana-de-açúcar no final do período da

seca, ocorrem perdas de valor nutritivo durante o período chuvoso em função da redução do teor de sacarose. Canaviais submetidos a incêndio voluntário ou acidental, ou queimados pela geada, precisam ser usados rapidamente, para evitar a conversão da sacarose, (Nussio et al., 2003).

Neste sentido, a ensilagem da cana-de-açúcar apresenta-se como solução para tais problemas. Entretanto, a dificuldade de mecanização da colheita de cana-de-açúcar, a elevação dos custos de produção pela incorporação do processo de ensilagem, e principalmente a grande perda de energia e matéria seca, provocada pela ocorrência de intensa fermentação alcoólica pelas leveduras, são aspectos que surgem como questionamentos se a ensilagem consiste em solução técnica e econômica.

Durante a fermentação da cana-de-açúcar ocorre intensa atividade de leveduras, que competem com os lactobacilos pelos açúcares solúveis (Nussio et al., 2003). As leveduras não são inibidas pelo baixo pH encontrado nas silagens, sobrevivendo sob limites de pH variando entre 3,5 e 6,5, sendo que algumas espécies são capazes de sobreviver inclusive sob pH inferior a 2. As leveduras convertem açúcar a CO_2 , água e etanol, conforme a reação: $\text{Glicose} + 2 \text{ADP} + 2 \text{Pi} \rightarrow 2 \text{etanol} + 2 \text{CO}_2 + 2 \text{ATP} + 2 \text{H}_2\text{O}$, (McDonald et al., 1991).

Apesar de potencialmente aproveitável como substrato energético, o etanol produzido nas silagens de cana-de-açúcar é rapidamente volatilizado no silo e no cocho, podendo acarretar perdas de até 48 % de MS (McDonald et al., 1991). Além desta elevada perda energética, o etanol provoca rejeição de consumo pelo animal (Nussio, et. al., 2003).

Diante deste quadro, aditivos devem ser avaliados visando melhorar o padrão de fermentação, o controle do desenvolvimento de leveduras e a conservação da cana-de-açúcar na forma de silagem.

O óxido de cálcio pode ser indicado como alternativa de aditivo, pois além de ter ação antimicrobiana, que inibiria o desenvolvimento das leveduras produtoras de etanol, poderia promover hidrólise da fibra do material ensilado, melhorando assim a sua digestibilidade.

Borgatti et al. (2008), com o objetivo de estudar os efeitos da adição de bases na silagem de cana-de-açúcar, onde os aditivos utilizados foram o hidróxido de sódio, calcário, uréia, bicarbonato de sódio, cal virgem e cal

hidratada, verificaram que estes agentes podem ser utilizados para melhorar o perfil fermentativo da silagem da cana-de-açúcar.

Avaliando a dinâmica fermentativa da cana-de-açúcar ensilada sem aditivo, com 1% de cal virgem ou 1% de calcário, Amaral et al. (2008) verificaram que os aditivos melhoraram o padrão fermentativo das silagens, diminuindo a produção de etanol e gases, devido à redução da perda de carboidratos solúveis

Balieiro Neto et al. (2007) utilizaram óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar em três diferentes níveis (0,5; 1 e 2%) e verificaram que a utilização de óxido de cálcio nas doses de 0,5 e 1% não foi eficiente em reduzir o consumo de carboidratos não-fibrosos durante a fermentação, já a dose de 2% do aditivo aumentou a recuperação de carboidratos não-fibrosos na abertura do silo. Observaram também que a utilização do aditivo promoveu redução nos teores de fibra, aumento de digestibilidade e incremento da preservação de carboidratos não-fibrosos após a abertura do silo. Além disto, o aditivo adicionado no nível de 1% foi capaz de aumentar a digestibilidade, reduzir os constituintes da parede celular, manter os teores de FDN e hemicelulose após abertura do silo e promover maior estabilidade da composição química e melhor qualidade da silagem.

Roth et al. (2008), ao estudarem as perdas durante o processo fermentativo e estabilidade aeróbia de silagens de cana-de-açúcar com diferentes doses de cal (0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0%) verificaram que as doses de 0,5 e 1,0 % mostraram-se eficientes na redução das perdas de MS durante a fermentação das silagens. Já no controle da estabilidade aeróbia, as doses de 1,5 e 2,0% foram as mais efetivas.

Santos et al, (2008) ao avaliarem o efeito do uso de aditivos químicos nas perdas de matéria seca, no perfil fermentativo e no valor nutritivo de silagens de cana-de-açúcar com a adição dos seguintes aditivos: controle (sem aditivo), *L. buchneri*, óxido e carbonato de cálcio em doses de 1,0 e 1,5% da massa verde e sulfato de cálcio a 1,0% da massa verde. As menores perdas fermentativas e gasosas foram observadas nas silagens com óxido ou carbonato de cálcio, que resultaram em maior taxa de recuperação de matéria seca. As silagens de cana-de-açúcar contendo 1,0 e 1,5% cal apresentaram perdas totais (%MS) de 16,90 e 15,90, respectivamente, enquanto a silagem de cana-de-açúcar sem cal apresentou perda de 34,31% de MS.

Da mesma forma, as silagens tratadas com estes aditivos apresentaram maior teor de carboidratos solúveis residuais e de ácido láctico e reduzida fermentação alcoólica. As silagens tratadas com óxido e carbonato apresentaram, no momento da abertura, maior teor de cinzas, menor concentração de componentes fibrosos e maiores coeficientes de digestibilidade da matéria seca e da matéria orgânica. O teor de proteína encontrado nessas silagens foi semelhante ao observado na forragem fresca.

Apesar dos efeitos benéficos da inclusão do óxido de cálcio no processo de ensilagem da cana-de-açúcar, tem-se verificado escassez de pesquisas envolvendo informações de consumo, digestibilidade e desempenho produtivo dos animais.

Desta forma, objetivou-se avaliar o efeito de dietas baseadas em silagem de cana-de-açúcar com 0,0%, 0,75%, 1,5% de óxido de cálcio (cal), em cana-de-açúcar *in natura* e em silagem de milho sobre os parâmetros nutricionais e desempenho de novilhas nelore alimentadas com 0,5% do peso corporal em concentrado.

LITERATURA CITADA

- AMARAL, R.C.; PIRES, A.V.; SUSIN, I. Cana-de-açúcar ensilada com ou sem aditivos químicos. 1. Dinâmica fermentativa. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45, 2008, Anais... Lavras. CD-ROM... **Lavras**: SBZ, 2008 (Nutrição de Ruminantes).
- BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G.R. REIS, R.A. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.36, n.5, p.1231-1239, 2007.
- BORGATTI, L.M.O; CONRADO, A. L. V.; , PAVAN NETO J.; ET AL.. Avaliação da Eficiência Biológica Relativa de aditivos para ensilagem de cana-de-açúcar. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45, 2008, Lavras. CD-ROM... **Lavras**: SBZ, 2008 (Nutrição de Ruminantes).
- JACKSON, M.G. The alkali treatments of straws. **Animal Feed Science and Technology**, v.2, n.2, p.105-130, 1977.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Merlow: Chalcomb Publications, 1991. 340p.
- NUSSIO, L.G.; SCHIMIDT, P.; PEDROSO, A.F. Silagem de cana-de-açúcar. In: **Simpósio de Pastagens**, 20, Fealq: Esalq/USP, p.100-150, 2003.

- ROTH, A.P.T.P.; REIS R.A.; SIQUEIRA, G.R. Perdas durante o processo fermentativo e estabilidade aeróbia de silagens de cana-de-açúcar crua e queimada com doses de cal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45, 2008, Lavras. CD-ROM... **Lavras**: SBZ, 2008 (Nutrição de Ruminantes).
- SANTOS, M. C.; NUSSIO, L. G.; MOURÃO, G. B. et al. Influência da utilização de aditivos químicos no perfil da fermentação, no valor nutritivo e nas perdas de silagens de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p.1555-1563, 2008
- Van SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell, 1994. 476p.

Parâmetros nutricionais de novilhas de corte alimentadas com dietas contendo cana-de-açúcar *in natura*, ensilada ou silagem de milho

RESUMO – Avaliou-se o consumo, a digestibilidade aparente, a eficiência de síntese microbiana e parâmetros ruminais de novilhas de corte alimentadas com dietas à base de silagem de cana-de-açúcar com diferentes níveis de cal (0,0; 0,75 e 1,5%), cana-de-açúcar *in natura* e silagem de milho. Utilizou-se para todas as dietas um mesmo concentrado ofertado na base de 0,5% do peso corporal. Os volumosos à base de cana-açúcar tiveram seu teor protéico corrigido para 10,5%, utilizando-se uréia com sulfato de amônia (9:1), assim como a silagem de milho. Foram utilizadas 5 novilhas fistuladas no rúmen e no abomaso, com peso corporal médio inicial de 373,8 kg(\pm 33,12) distribuídas em quadrado latino 5 x 5. Para as determinações das digestibilidades aparentes totais dos nutrientes, foram efetuadas coletas de fezes dos animais, durante três dias seguidos em horários diferentes (8:00, 12:00 e 17:00 h) na terceira semana de cada período do experimento. A estimativa de produção fecal foi efetuada utilizando a LIPE[®] e, para estimar o consumo individual de concentrado foi utilizado do dióxido de titânio como indicador externo. O consumo individual de volumoso foi estimado através da fibra indigestível em detergente neutro (FDNi). Verificou-se que os animais alimentados com as dietas contendo silagens de cana-de-açúcar apresentaram menores consumos de matéria seca do que aqueles que consumiram a dieta à base de cana-de-açúcar *in natura*. Os animais alimentados com dietas contendo silagem de milho apresentaram maior consumo de matéria seca que os demais. Verificou-se comportamento quadrático para a inclusão de cal, observando-se consumos máximos de MS, MO, PB, e NDT com os níveis de 0,81; 0,77; 0,86 e 0,86% de cal, respectivamente. O consumo de FDN apresentou comportamento linear negativo com o aumento do nível de cal na silagem de cana-de-açúcar. A digestibilidade aparente total da FDN aumentou com a inclusão de cal na silagem de cana-de-açúcar. O balanço de compostos nitrogenados (BN) foi maior nos animais que consumiram dietas contendo silagem de milho, não havendo diferenças entre aqueles alimentados com dietas contendo silagens de cana-de-açúcar e cana-de-açúcar *in natura*. Foi observado aumento no BN à medida que se incluiu a cal nas silagens de cana-de-açúcar. Dietas à base de silagem de milho propiciam maior consumo e digestibilidade da matéria

seca e balanço de compostos nitrogenados em relação às dietas à base de cana-de-açúcar. Baseado na máxima ingestão de energia (NDT) recomenda-se ensilar a cana-de-açúcar com 0,86% de cal.

Palavras chave: Amônia ruminal, consumo, digestibilidade, pH, eficiência microbiana

Nutritional parameters of beef heifers fed with diets containing fresh or ensiled sugarcane or corn silage

ABSTRACT – Intake, total and partial apparent digestibility, microbial efficiency and ruminal characteristics in beef heifers fed diets based on sugarcane silage with different levels of whitewash (0.0, 0.75 and 1.5%), fresh sugarcane or corn silage. It was used for all diets offered the same concentrate at the base of 0.5% of body weight. The sugarcane was corrected for protein content 10.5%, using urea and ammonium sulfate (9:1), as well as corn silage. Five heifers cannulated in the rumen and abomasum, with average weight of 373.8 kg divided into 5 x 5 Latin square were used. For the determination of apparent digestibilities of nutrients, fecal samples were taken from animals during three consecutive days at different times (8:00, 12:00 and 17:00) in third week of each experimental period. The estimation of fecal output was performed using the LIPE ® and to estimate the individual consumption of concentrate was used titanium dioxide as an external. The individual consumption of roughage was estimated using indigestible neutral detergent fiber (NDFi). Animals fed diets containing sugarcane silage had lower intakes of dry matter than animals fed with fresh sugarcane. It was verified a quadratic effect with maximum intake levels of cal 0.81, 0.77, 0.86 and 0.86%, respectively for DM, OM, CP and TDN. NDF intake presented a linear negative with increasing levels of whitewash in sugarcane silage. The total apparent digestibility of NDF increased with the addition of whitewash in sugarcane silage. Nitrogenous compounds were higher for heifers fed corn silage; no difference between diets containing sugarcane silages and fresh sugarcane. However, it was observed increased as the cal was included in the sugarcane. An increase was observed in BN as it included whitewash in the sugarcane silage. Diets based on corn silage provide greater intake and digestibility of dry matter and nitrogenous compounds in relation to diets based on sugarcane. Based on the maximum energy intake (TDN) is recommended ensile the sugarcane with 0.86% of whitewash.

Keywords: digestibility, intake, microbial efficiency, pH, ruminal ammonia

INTRODUÇÃO

Como alternativas para minimizar a nutrição inadequada dos ruminantes, a cana-de-açúcar destaca-se entre as gramíneas tropicais utilizadas como forragem. A facilidade de seu cultivo, a execução da colheita nos períodos de estiagem e o alto potencial de produção de matéria seca e energia por unidade de área torna essa forrageira um alimento de grande interesse dos produtores (Freitas et al., 2006).

A utilização clássica da cana-de-açúcar é triturada na forma *in natura* e fornecida diariamente para alimentação animal. Em grandes confinamentos, essa técnica se torna o maior empecilho para utilização desse volumoso, pelas dificuldades de logística operacional para realização do corte diário. Para isso, estudos sobre a ensilagem da cana-de-açúcar foram retomados a partir do final dos anos 90 por instituições brasileiras (Siqueira et al., 2007).

A ensilagem da cana-de-açúcar é uma alternativa para concentrar as atividades dos canaviais, devido ao corte de toda gleba simultaneamente, propiciando uniformização do crescimento da rebrota. Neste sentido, facilita as atividades de tratos culturais, reduz a necessidade diária de mão-de-obra e permite que grandes áreas sejam colhidas em um curto espaço de tempo na época em que a forrageira apresenta melhor valor nutritivo, viabilizando o aproveitamento da cana-de-açúcar como volumoso em confinamento.

Entretanto, em silagens de cana-de-açúcar ocorrem problemas quanto à reação bioquímica catalisada pelas leveduras, resultando em alta produção de CO₂, água e etanol (Alli et al., 1983) e apresenta maior susceptibilidade à deterioração aeróbica (Amaral et al., 2009), sendo que todos esses fatores resultam em perda de matéria seca, redução do consumo animal e do valor nutritivo do alimento. Neste sentido, devem-se adotar aditivos que atuem sobre os microrganismos, controlando a produção de etanol, e que reduzam a produção de efluente, para que a ensilagem da cana-de-açúcar possa ser justificada.

Santos et al. (2008) avaliaram o efeito do uso de aditivos químicos nas perdas de matéria seca, no perfil fermentativo e no valor nutritivo de silagens de cana-de-açúcar com a adição dos seguintes aditivos: controle (sem aditivo), *L. buchneri*, óxido e carbonato de cálcio em doses de 1,0 e 1,5% da matéria natural e sulfato de cálcio a 1,0% da matéria natural. As menores perdas fermentativas e

gasosas foram observadas nas silagens com óxido ou carbonato de cálcio, que resultaram em maior taxa de recuperação de matéria seca. As silagens de cana-de-açúcar contendo 1,0 e 1,5% de cal apresentaram perdas totais (%MS) de 16,90 e 15,90, respectivamente, enquanto a silagem de cana-de-açúcar sem cal apresentou perda de 34,31% de MS. O aditivo promoveu redução das perdas totais e gasosas, inibição da fermentação alcoólica e maior recuperação de carboidratos. Desta forma, resulta em silagem com valor nutritivo semelhante ao da forragem fresca.

Balieiro Neto et al. (2007) e Oliveira et al. (2007) observaram que o nível de 1,0 % de cal foi capaz de aumentar a digestibilidade, reduzir os constituintes da parede celular e promover maior estabilidade da composição química e melhor qualidade da silagem. Por outro lado, Cavali (2006) observou que a adição de 1,5% de cal resulta em maior recuperação de MS e digestibilidade *in vitro* da MS, bem como em maior população de bactérias ácido-láticas e em menor quantidade de leveduras, indicando boa fermentação no silo.

Considerando que resultados observados com o uso de animais são escassos, objetivou-se estudar os parâmetros nutricionais de novilhas de corte alimentadas com dietas contendo cana-de-açúcar *in natura*, silagem de cana-de-açúcar com diferentes níveis de cal e silagem de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório Animal do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa. Foram utilizadas cinco novilhas Nelore com peso corporal médio de 373,8 kg($\pm 33,12$) fistuladas no rúmen e no abomaso e alojadas em baias individuais (4m²) cobertas, com piso de concreto revestido com borracha, de 9,0 m² de área dotadas de comedouros e bebedouros de alvenaria individuais.

Os animais foram distribuídos em quadrado latino 5x5, com cinco períodos de 14 dias sendo os sete primeiros dias de adaptação às dietas. Os tratamentos foram constituídos dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com níveis de cal (0,0%; 0,75% e 1,5%), cana-de-açúcar *in natura* e silagem de milho. Os volumosos foram oferecidos à vontade e corrigidos com a mistura uréia/sulfato de amônia (9:1) com base na matéria seca do volumoso para conterem 10,5% de

proteína bruta na matéria seca. As dietas foram formuladas para conterem aproximadamente 12% de PB na base da MS.

Todos os animais receberam o mesmo concentrado (Tabela 1) na quantidade de 0,5% do peso corporal.

As silagens foram feitas 30 dias antes do início do experimento, em silos do tipo superfície, sendo que a cana-de-açúcar foi colhida e triturada no momento da ensilagem, sendo compactada com trator e coberta com lona e posteriormente com terra para evitar aeração do silo. Da mesma forma procedeu-se com a silagem de milho.

Tabela 1 - Proporção dos ingredientes no concentrado, na base da matéria natural e composição bromatológica

Ingredientes	Proporção (%)
Farelo de soja	23,88
Fubá de milho	71,52
NaCl	1,0
Mistura mineral ¹	3,6
Composição bromatológica	
MS (%)	93,98
MO ²	92,81
PB ²	17,98
EE ²	3,17
FDN ²	11,82
FDA ²	5,12
CNF ²	59,84
Cálcio ³	0,96
Fósforo ³	0,94

¹Níveis de garantia por quilo: Ca-240g, I-90mg, P-174g, Mg-2000mg, Zn-5270mg, Se-15g, Co-100mg, F-1740mg, Cu-1250mg, Fe-1795mg, veículo q.s.p-1000 g);²% na MS. ³Estimado segundo CQBAL 3.0 (Valadares Filho et al, 2010a)

A cana-de-açúcar foi triturada em picadeira convencional, colocada em caminhão que foi posteriormente pesado, e fez-se então a silagem sem aditivo. Conhecendo-se o peso do caminhão, calculou-se a quantidade de cal adequada para confeccionar as silagens com aditivo. A cal foi homoganeamente distribuída sobre a cana-de-açúcar no momento da trituração (a cal foi distribuída

uniformemente na saída da picadeira), caindo diretamente na caçamba do caminhão e posteriormente levada ao silo, submetida então à compactação e posterior vedação.

Os alimentos foram fornecidos à vontade, duas vezes ao dia, e ajustados de forma a manter as sobras em torno de 5 a 10% do fornecido, com água permanentemente à disposição dos animais. A quantidade de ração oferecida foi registrada diariamente, assim como a quantidade das sobras. As amostras dos volumosos e das sobras de cada animal foram coletadas diariamente, pré-secas em estufa de ventilação a 65 °C, moídas e posteriormente feita composta por período de coletas.

As análises laboratoriais foram realizadas de acordo com descrições de Silva & Queiroz (2002), com exceção das avaliações de FDN e FDA que seguiram os métodos descritos por Mertens (2002) e Van Soest & Robertson (1985), respectivamente. Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados segundo o descrito por Hall (2000), em que: $CNF = MO - (\%PB + \%EE + \% FDN)$ e o teor de NDT foi calculado segundo equação descrita no NRC (2001): $NDT = PBD + 2,25 EED + FDND + CNFD$. Na Tabela 2 é apresentada a composição bromatológica dos volumosos.

Tabela 2 - Composição bromatológica dos volumosos

Item	Silagem de cana-de-açúcar (% cal)			Silagem de milho	Cana-de-açúcar
	0,0	0,75	1,5		
MS	24,9	27,4	27,8	31,1	29,4
MO	93,8	91,2	87,0	93,9	93,2
PB	3,0	3,4	2,8	7,0	3,9
EE	1,2	1,5	1,4	3,0	1,3
FDN	61,4	45,1	42,1	55,6	55,7
FDNi	28,35	26,79	26,07	17,63	23,60
CNF	28,2	41,20	40,7	20,83	32,3
FDA	41,2	25,5	26,3	32,0	32,5
Lignina	7,98	7,2	6,4	4,2	6,1
Cálcio ¹	0,28	1,03	2,13	0,30	0,22
Fósforo ¹	0,03	0,03	0,03	0,19	0,07

¹Estimados segundo CQBAL 3.0 (Valadares Filho et al, 2010a)

Para estimar os fluxos de matéria seca fecal e abomasal, foi fornecido dióxido de titânio (TiO₂) na quantidade diária de 10g/dia aos animais entre o terceiro e 12^o dia de cada período experimental. O indicador foi acondicionado em cartuchos de papel e introduzido diretamente no rúmen dos animais fistulados em uma dose única às 10:00 horas.

Amostras de fezes e de digesta abomasal foram coletadas entre o oitavo e décimo terceiro dia de cada período experimental a intervalos de 22 horas, segundo o esquema : 8^o dia (18:00 h), 9^o dia (16:00 h), 10^o dia (14:00 h), 11^o dia (12:00 h), 12^o dia (10:00 h), 13^o dia (8:00 h) . As fezes foram coletadas diretamente no reto dos animais em quantidade aproximada de 200 g.

Ao final de cada período experimental, estas amostras assim como as de digesta abomasal e as fezes, foram submetidas a uma pré-secagem a 65°C, por 72h, moídas em moinho de faca tipo “Willey”, com peneira de 1mm e armazenadas em recipientes plásticos para futuras análises laboratoriais; sendo que para as amostras de fezes, sobras e digesta abomasal foram confeccionadas amostras compostas por animal em cada período, com base no peso seco.

O teor de etanol foi determinado em cromatógrafo a gás modelo CG – 17A da marca Shimadzu, equipado com detector FID. Para registro e análise dos cromatogramas, o aparelho foi acoplado a um microcomputador, utilizando-se o programa GC Solution. Os compostos foram separados e identificados em uma coluna capilar PAG (30 m x 0,25 mm). Para a separação cromatográfica, 1 µL de amostra foi injetado com auxílio de seringa de 10 µL (Hamilton®) em sistema Split = 30. O gás nitrogênio foi utilizado como carreador com velocidade linear programada para 24,64 cm/s e os gases hidrogênio e ar sintético formaram a chama no detector. As temperaturas do injetor e do detector foram controladas isotermicamente entre 200°C e 220°C. A temperatura inicial da coluna foi de 100°C (mantida por 6 minutos), aumentando em 30°C por minuto até atingir 180°C (mantida por 24 minutos) totalizando 11,06 minutos de análise. O Fluxo do gás de arraste na coluna foi de 0,8 mL/minuto

A excreção da matéria seca fecal foi calculada com base na razão entre a quantidade do indicador fornecido e sua concentração nas fezes:

$$\text{Excreção fecal (g / dia)} = \frac{\text{Quantidade fornecida do indicador (g)}}{\text{Concentração do indicador nas fezes (\%)}} \times 100$$

O fluxo de matéria seca abomasal (FMS_{ab}) foi calculado por:

$$FMS_{ab} = \frac{\text{Quantidade fornecida do indicador (g)}}{\text{Concentração do indicador na digesta abomasal (\%)}}$$

No 13º dia de cada período experimental, foram feitas coletas de líquido ruminal imediatamente antes 2,4,6,8 e 10h após a alimentação da manhã para a obtenção do pH e das concentrações de amônia ($N-NH_3$) ruminais.

Para a quantificação do nitrogênio amoniacal ruminal, foi separada uma alíquota de 50 mL, fixada com 1,0 mL de H_2SO_4 (1:1), sendo acondicionada em recipiente de plástico, identificada e congelada a $-15^\circ C$ para posterior análise laboratorial.

As concentrações de $N-NH_3$ nas amostras de líquido ruminal foram determinadas mediante destilação com hidróxido de potássio 2N, conforme técnica de Fenner (1965), adaptada por VIEIRA (1980).

No último dia do experimento, após 4 horas do fornecimento da ração aos animais, foi feita a coleta de sangue e obtenção das amostras “spot” de urina dos animais. Após a coleta, as amostras de urina foram diluídas em 40 mL de H_2SO_4 0,036 N e congeladas a $-20^\circ C$ para posterior quantificação da excreção de derivados de purinas, segundo Valadares et al. (1999).

O sangue foi coletado posteriormente à coleta de urina, por punção da veia jugular, usando kits comerciais a vácuo, com gel acelerador da coagulação. Em seguida, procedeu-se à centrifugação das amostras a 4000 rpm, durante 15 minutos, sendo o soro congelado para posteriores análises.

As amostras de urina foram analisadas quanto aos teores de creatinina e uréia, empregando-se kits comerciais. No soro foi determinada a concentração de uréia, segundo o método diacetil modificado (kits comerciais). Calculou-se o volume urinário diário pela relação entre a excreção diária de creatinina, adotando-se como referência a equação descrita por Chizzotti et al. (2008) e a sua concentração nas amostras “spot”.

$$EC_{(mg/kgPV)} = 32,27 - 0,01093 * PV$$

As análises de alantoína e de ácido úrico na urina foram feitas pelo método colorimétrico, conforme método descrito por Fujihara et al. (1987), citados por Chen & Gomes (1992). A excreção total de derivados de purinas foi calculada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretados na urina, expressas em mmol/dia.

As purinas absorvidas (X , mmol/dia) foram calculadas a partir da excreção de derivados de purinas (Y , mmol/dia), por intermédio da equação:

$$Y = 0,85X + 0,385PV^{0,75}$$

em que: 0,85 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados de purinas e $0,385PV^{0,75}$, a contribuição endógena para a excreção de purinas (Verbic et al., 1990).

A síntese de compostos nitrogenados microbianos no rúmen (Y , gN/dia) foi calculada em função das purinas absorvidas (X , mmol/dia), por meio da equação:

$$Y = \frac{70X}{0,830 \times 0,116 \times 1000}$$

em que: 70 representa o conteúdo de N nas purinas (mg N/mmol); 0,83, a digestibilidade das purinas microbianas e 0,116, a relação N-purina:N total nas bactérias (Chen & Gomes, 1992).

A eficiência microbiana foi expressa através das unidades: g N microbiano/kg de matéria orgânica degradada no rúmen (g Nmic/kg MODR), g N microbiano/kg de carboidratos degradados no rúmen (g Nmic/kg CHODR) e g PB microbiana/kg de nutrientes digestíveis totais ingeridos (g PBmic/kg NDT).

A concentração de N-uréico no soro (NUS) foi obtida pelo teor de uréia no soro multiplicado por 0,466, correspondente ao teor de N na uréia. O balanço dos compostos nitrogenados (BN) foi pela diferença entre o total de N ingerido e o total de N excretado nas fezes e na urina.

Os animais foram distribuídos em delineamento em quadrado latino (5x5) completo, com cinco tratamentos e cinco períodos experimentais. A comparação entre tratamentos foi realizada por intermédio de contrastes ortogonais (Tabela 3). Para todos os procedimentos adotou-se o nível de significância de 5%.

Tabela 3 – Distribuição dos coeficientes nos contrastes ortogonais empregados na decomposição da soma de quadrados para tratamentos

Contraste	Silagem de milho	Cana-de-açúcar	Silagem de cana-de-açúcar (% cal)		
			0,0%	0,75%	1,50
A ¹	4	-1	-1	-1	-1
B ²	0	3	-1	-1	-1
C ³	0	0	-1	0	1
D ⁴	0	0	-1	2	-1

^{1/}Dieta contendo silagem de milho x dietas à base de cana-de-açúcar; ^{2/}Dieta com cana-de-açúcar *in natura* x silagens de cana-de-açúcar; ^{3/}Efeito linear da inclusão de cal na silagem de cana-de-açúcar ; ^{4/}Efeito quadrático da inclusão de cal na silagem de cana-de-açúcar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se (Tabela 4) que a dieta contendo silagem de milho propiciou maior consumo ($P < 0,05$) de MS, MO, PB, EE, FDN e NDT que as dietas contendo silagens de cana-de-açúcar e cana-de-açúcar *in natura*. De forma semelhante, Roman et al. (2008) observaram que dietas contendo silagem de milho promovem maior consumo de matéria seca que dietas contendo silagem de cana-de-açúcar.

O maior consumo dos animais alimentados com dietas de silagem de milho pode ser devido a melhor composição da dieta, que teve maior coeficiente de digestibilidade da FDN (Tabela 5) e conseqüentemente da matéria seca. Esta maior digestibilidade da FDN, que por sua vez está relacionada diretamente com enchimento ruminal, permite que a dieta tenha uma maior taxa de passagem ruminal, aumentando assim o consumo de matéria seca. Menezes et al. (2010) também observaram aumento no consumo dos animais alimentados com dietas de silagem de milho em relação aos animais alimentados com dietas de cana-de-açúcar *in natura*. Esta superioridade, segundo Menezes et al. (2010) pode ser devido ao maior consumo de FDNi pelos animais alimentados com cana-de-açúcar ensilada.

Avaliando as dietas contendo as silagens de cana-de-açúcar, verificou-se que estas apresentaram menores consumos de MS, MO, PB, FDN e NDT ($P < 0,05$) que a dieta com cana-de-açúcar *in natura*, tendo a silagem sem cal consumo de matéria seca 23,8% inferior.

Esta superioridade pode ser dado ao fato de que as dietas com cana-de-açúcar ensilada apresentarem valores superiores de FDNi em relação ao mesmo volumoso *in natura*, que resulta em menor consumo da dieta pelos animais.

O menor consumo possivelmente também foi proporcionado por produtos oriundos de fermentação indesejada no silo como, por exemplo, a fermentação alcoólica que pode levar a uma baixa aceitabilidade, seja por odor ou paladar forte. No presente trabalho verificou-se o teor de 11,5; 2,15 e 2,8% de etanol na MS, para as silagens de cana-de-açúcar contendo 0,0; 0,75 e 1,5% de cal.

Alguns autores em seus trabalhos também verificaram a produção excessiva de etanol e aumento dos constituintes da parede celular na cana-de-açúcar ensilada (Bernardes et al., 2002 e Coa et al., 2002). Bernardes et al. (2002) constataram teor de 6,87% de etanol na MS da cana-de-açúcar ensilada.

Com base nisso, verifica-se que há uma redução no valor nutritivo da cana-de-açúcar ensilada, pois a produção de etanol pelas leveduras naturalmente presentes na cana-de-açúcar resulta em perda de matéria seca da silagem. Segundo Woolford (1984), além do ácido lático, as leveduras utilizam os açúcares solúveis e produzem o etanol que não tem valor preservativo para a silagem e, como conseqüência, ocorrem perdas de matéria seca e de energia. Não obstante a presença de grande teor de etanol acarreta em redução do consumo e conseqüentemente reduz o desempenho dos animais alimentados com silagem de cana-de-açúcar sem a adição de algum aditivo (Oliveira et al., 2007).

Por outro lado, com a adição de cal no momento da ensilagem, verificou-se comportamento quadrático, observando-se consumos máximos de MS, MO, PB, e NDT com os níveis de cal de 0,81; 0,77; 0,86 e 0,86%; respectivamente. Quando expressos em % peso corporal, os consumos máximos de MS e MO foram obtidos com os níveis de cal de 0,85 e 0,82, respectivamente.

Para explicar esse baixo consumo de dietas com cana-de-açúcar, Oliveira (2008, dados ainda não publicados) comparou a cinética de degradação ruminal da silagem de milho com a da cana-de-açúcar. Foram obtidos valores de FDN potencialmente digestível de 72% e taxas de degradação da FDN de 2,8%/h para silagem de milho enquanto os respectivos valores para cana-de-açúcar foram de 48,2% e 3,2%/h. Conseqüentemente, os teores de FDN indigestível foram de 28 e 51,8%, respectivamente.

Ao calcular os tempos de retenção da FDN, foram observados valores de 34,9 h para cana-de-açúcar e de 29 h para a silagem de milho. Esses dados sugerem que o maior tempo de retenção da FDN da cana-de-açúcar no rúmen é resultante de seu maior teor de FDNi e não da taxa de digestão da FDN potencialmente digestível. O maior tempo de retenção ruminal da FDN da cana-de-açúcar no rúmen explica o menor consumo observado em dietas contendo cana-de-açúcar.

Verificou-se comportamento linear negativo para o consumo de FDN (kg/dia) à medida que aumentou o nível de cal na silagem de cana-de-açúcar. Este comportamento pode ser em função da redução do teor de FDN (Tabela 2) das silagens com a inclusão de cal no momento da ensilagem.

De fato, Cavali (2006) também observou menores teores de FDN à medida que foi incluída a cal nas silagens de cana-de-açúcar. Pontes (2007), avaliando silagens de cana-de-açúcar com 0,5 e 1,0% de cal ofertadas para ovinos, verificou aumento no consumo de matéria seca, sem aumentar o consumo de FDN. Sendo que estes fatos podem ser considerados indícios de que houve hidrólise do material ensilado.

Tabela 4 – Médias ajustadas e coeficientes de variação (CV) obtidas para os consumos de MS, MO, PB, EE, FDN, CT, CNF e NDT

Item	Dietas Experimentais					Contrastes				CV (%)
	Silagem de cana-de-açúcar (% cal)			Cana-de-açúcar	Silagem de milho	A ¹	B ²	C ³	D ⁴	
	0,0	0,75	1,50							
Kg/dia										
MS ⁵	6,56	7,84	6,93	8,12	10,06	<.0001	0,0281	0,4741	0,0252	9,96
MO ⁶	5,91	7,05	6,02	7,38	9,15	<.0001	0,0184	0,8170	0,0216	10,53
PB ⁷	0,58	0,90	0,79	0,92	1,21	<.0001	0,0342	0,1727	0,0090	8,28
EE ⁸	0,13	0,15	0,13	0,15	0,33	<.0001	0,2198	1,000	0,0160	9,50
FDN ⁹	2,86	2,70	2,22	3,54	4,49	<.0001	0,0008	0,0321	0,4962	13,08
CNF ¹⁰	2,51	3,82	3,27	3,28	3,44	0,3318	0,7389	0,0178	0,0022	13,44
NDT ¹¹	3,43	5,28	4,25	5,35	6,95	0,0001	0,0349	0,1475	0,0085	16,57
% Peso corporal										
MS ¹²	1,55	1,98	1,74	2,07	2,43	<.0001	0,0079	0,1403	0,0072	9,70
MO ¹³	1,40	1,78	1,52	1,88	2,22	<.0001	0,0059	0,3407	0,0070	10,30
FDN	0,68	0,68	0,56	0,90	1,09	<.0001	0,0001	0,0547	0,2200	11,54

^{1/} Dietas contendo Silagem de milho x dietas à base de cana; ^{2/} Cana-de-açúcar x silagens de cana-de-açúcar; ^{3/} Efeito linear da inclusão de cal na silagem de cana-de-açúcar; ^{4/} Efeito quadrático da inclusão de cal na silagem de cana-de-açúcar. ^{5/} $\hat{Y} = 6,56 + 3,18 \text{ cal} - 1,96 \text{ cal}^2$; ^{6/} $\hat{Y} = 5,91 + 2,96 \text{ cal} - 1,92 \text{ cal}^2$; ^{7/} $\hat{Y} = 0,58 + 0,31 \text{ cal} - 0,18 \text{ cal}^2$; ^{8/} $\hat{Y} = 0,13 + 0,07 \text{ cal} - 0,05 \text{ cal}^2$; ^{9/} $\hat{Y} = 2,91 - 0,42 \text{ cal}$; ^{10/} $\hat{Y} = 2,51 + 3,00 \text{ cal} - 1,66 \text{ cal}^2$; ^{11/} $\hat{Y} = 3,43 + 4,39 - 2,56 \text{ cal}^2$; ^{12/} $\hat{Y} = 1,56 + 1,03 \text{ cal} - 0,60 \text{ cal}^2$; ^{13/} $\hat{Y} = 1,40 + 0,94 \text{ cal} - 0,57 \text{ cal}^2$; MS= matéria seca; MO= matéria orgânica; PB= proteína bruta; EE= extrato etéreo; FDN= fibra solúvel em detergente neutro; CNF= carboidratos não fibrosos; NDT = nutrientes digestíveis totais.

Com exceção da digestibilidade aparente total dos CNF, os animais que consumiram a dieta contendo silagem de milho apresentaram melhores coeficientes de digestibilidade ($P < 0,05$) que os animais que receberam as dietas contendo silagens de cana-de-açúcar e cana-de-açúcar *in natura* (Tabela 5). Este resultado pode ser devido à menor ingestão de FDNi, ou que a dieta à base de silagem de milho possui menor teor de lignina (Tabela 2). Conjuntamente, estes fatores permitem que microrganismos ruminais tenham acesso menos complexo à matriz do alimento, aumentando desta forma a digestibilidade de todos os outros nutrientes. Deve-se observar ainda o fato de que a microbiota ruminal, em sua maioria, é composta por bactérias essencialmente celulolíticas, que por sua vez, também são capazes de degradar outros compostos, logo, quanto maior a disponibilidade deste nutriente, mais saudável será o ambiente ruminal para completar o processo de degradação e digestão ruminal dos nutrientes da dietas.

A digestibilidade aparente ruminal da MS e CNF, foi maior ($P < 0,05$) para a dieta contendo silagem de milho.

Deve-se considerar a menor digestibilidade da FDN presente na cana-de-açúcar em comparação às silagens de milho. Segundo Oba e Allen (1999), a digestibilidade da FDN constitui importante parâmetro de qualidade da forragem pela grande variabilidade da degradação ruminal e sua influência sobre o desempenho animal.

Na comparação entre as dietas contendo silagens de cana-de-açúcar e a cana-de-açúcar *in natura*, verificou-se melhor digestibilidade aparente total da MS ($P < 0,05$) quando foi ofertada a cana-de-açúcar *in natura* aos animais. Na ausência de cal, as digestibilidades aparentes totais da matéria seca da silagem da cana-de-açúcar foram 27,95; 20,41 e 11,69% inferiores às dietas contendo, cana-de-açúcar *in natura* e silagem de cana-de-açúcar com 0,75 e 1,5% de cal, respectivamente. Isto se deve, possivelmente, aos maiores teores (Tabela 2) de lignina presentes nas silagens com o aditivo, visto que esta molécula estrutural da célula vegetal é indigestível, comprometendo então a digestibilidade das dietas.

Verificou-se aumento linear ($P < 0,05$) para a digestibilidade aparente total da FDN com inclusão de cal nas silagens de cana-de-açúcar.

Assim, conforme Santos et al. (2006), o efeito positivo sobre a digestibilidade da MS observada no presente trabalho, indica que a utilização da cal foi capaz de promover alteração nos componentes da parede celular da cana-de-açúcar e reduzir o desaparecimento de frações orgânicas solúveis.

Santos (2007), trabalhando com diferentes doses de cal em silagem de cana-de-açúcar, observou redução significativa da produção de etanol, conseqüentemente, maior recuperação de matéria seca e de carboidratos solúveis.

Cavali (2006), ao avaliar doses de 0,0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 de cal (%MN) aplicadas no momento da ensilagem da cana-de-açúcar, verificou aumento linear na digestibilidade *in vitro* da MS. Este fato se repetiu num estudo conduzido por Oliveira et al. (2007), que adicionaram doses de 0,0; 0,5; 1,0% de cal (%MN) na cana-de-açúcar. Segundo Balieiro Neto et al. (2005), a adição de cal nas silagens de cana-de-açúcar promoveu a solubilização parcial da hemicelulose, sendo que a adição de 2,0% do aditivo acarretou em aumento da digestibilidade *in vitro*, redução dos constituintes da parede celular.

Possivelmente a inclusão de cal proporcionou hidrólise alcalina, promovendo o entumescimento da célula vegetal e conseqüente ruptura de sua membrana, solubilizando principalmente a hemilcelulose, acarretando então em aumento da digestibilidade de sua FDN.

Nas comparações entre as dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* e silagens de cana-de-açúcar e os níveis de cal nas silagens, não foram observadas diferenças ($P>0,05$) para as digestibilidades ruminais dos nutrientes.

Tabela 5 – Médias ajustadas e coeficientes de variação (CV) das digestibilidades aparentes total e ruminal da MS, MO, PB, EE, FDN, CT e CNF, obtidas para as dietas experimentais.

Item	Dietas experimentais					Contrastes				CV (%)
	Silagem de cana-de-açúcar (% cal)			Cana-de-açúcar	Silagem de milho	A ¹	B ²	C ³	D ⁴	
	0,0	0,75	1,50							
Digestibilidade Aparente Total										
MS	50,26	60,52	57,63	64,31	67,52	0,0056	0,0164	0,0629	0,0561	9,45
MO ⁵	52,30	66,66	64,06	66,71	70,49	0,0104	0,0595	0,0044	0,0129	8,29
PB ⁶	52,67	64,39	65,57	66,49	74,81	<,0001	0,0188	0,0003	0,0333	6,18
EE	69,57	81,23	76,65	82,13	83,27	0,0021	0,1891	0,6522	0,2919	4,80
FDN ⁷	35,60	49,46	47,55	52,21	57,19	0,0092	0,0490	0,0205	0,0649	14,63
CNF ⁸	84,37	86,28	83,14	87,60	93,47	0,0526	0,0452	0,0629	0,0180	6,93
Digestibilidade Aparente Ruminal										
MS ⁹	60,49	68,56	66,67	65,28	75,45	0,0481	0,9941	0,3127	0,3469	13,77
MO ⁹	72,67	68,12	68,47	70,92	77,41	0,1061	0,7952	0,4458	0,6124	11,77
PB ¹⁰	53,50	64,86	61,52	63,91	70,93	0,2314	0,5445	0,8286	0,6951	18,73
EE ¹⁰	- 17,91	- 11,97	- 29,30	- 17,48	- 8,23	0,2105	0,7969	0,2973	0,2229	-97,34
FDN ⁹	69,69	73,40	73,56	74,02	79,89	0,1027	0,6770	0,4677	0,6985	11,03
CNF ⁹	81,93	71,26	72,06	74,91	88,26	0,0208	0,9739	0,1423	0,3128	12,79

^{1/}Dieta contendo silagem de milho x dietas à base de cana; ^{2/}Cana-de-açúcar x silagens de cana-de-açúcar; ^{3/}Efeito linear da inclusão de cal na silagem de cana-de-açúcar; ^{4/}Efeito quadrático da inclusão de cal na silagem de cana-de-açúcar. ^{5/} $\hat{Y}=52,30+30,46 \text{ cal}-15,08 \text{ cal}^2$; ^{6/} $\hat{Y}=52,64+22,65 \text{ cal}-9,37 \text{ cal}^2$; ^{7/} $\hat{Y}=38,23+7,96 \text{ cal}$; ^{8/} $\hat{Y}=69,59+26,50 \text{ cal}-14,52 \text{ cal}^2$; MS= matéria seca; MO= matéria orgânica; PB= proteína bruta; EE= extrato etéreo; FDN= fibra em detergente neutro; CNF= carboidratos não fibrosos; ^{9/}% do total digestível, ^{10/}% do ingerido

Não houve efeito ($P>0,05$) das dietas estudadas para a matéria orgânica (MODR) e carboidratos totais degradados (CTDR) no rúmen (Tabela 6). Por outro lado, observou-se que dietas com silagem de milho propiciaram maior fluxo de Nmic ($P<0,05$) que as dietas formuladas à base de cana-de-açúcar (*in natura* ou ensilada).

Dietas contendo silagem de cana-de-açúcar, mesmo com a inclusão de CaO, não foram eficientes ($P<0,05$) em propiciar maior fluxo de Nmic em relação à dieta com cana-de-açúcar *in natura*. No entanto, no tocante às silagens de cana-de-açúcar, observou-se aumento linear ($P<0,05$) do fluxo de Nmic à medida que se elevou o nível de CaO.

Efeitos de dietas sobre o Nmic pode estar associado à adequada quantidade de proteína e energia disponível no rúmen para o crescimento microbiano (Cardoso et al., 2000). Segundo Clarck et al. (1992), aumentos nos consumos de MS estariam relacionados a um maior fluxo de Nmic para o abomaso, em decorrência da redução do requerimento de manutenção dos microrganismos.

Da mesma forma, segundo Van Soest (1994), aumentos no consumo proporcionam maior escape de compostos nitrogenados microbianos e de nitrogênio dietético para o duodeno, possivelmente, em virtude do aumento da taxa de passagem.

Desta forma, com exceção das dietas contendo silagem de cana-de-açúcar, as observações a cerca do fluxo de Nmic seguem padrão observado para os consumos de matéria seca do presente trabalho (Tabela 4).

A eficiência de síntese de proteína microbiana, em quaisquer formas de apresentação, não foi influenciada ($P>0,05$) pelos diferentes volumosos estudados (Tabela 6). Os valores expressos em g PBmic/100g NDT para as dietas contendo silagens de cana-de-açúcar e a cana de açúcar *in natura* foram próximos ao valor de 120 g PBmic/100g NDT recomendado pelo BR-CORTE (Valadares Filho et al, 2010b) para condições tropicais. Por outro lado, para a dieta contendo silagem de milho o valor foi próximo ao referenciado pelo NRC (2001).

De acordo do Russell et al. (1992), muitos são os fatores que afetam a eficiência de síntese de proteína microbiana e sua maximização poderá ser conseguida via manipulação dos componentes da dieta.

As disponibilidades de energia e de nitrogênio são os principais determinantes do processo de síntese microbiana no rúmen (Moscardini et al., 1998), e os

carboidratos tanto estruturais quanto os não-estruturais, são as melhores fontes de energia para o crescimento bacteriano (Clark et al., 1992). Isto ocorre, principalmente, quando existe sincronização entre a disponibilidade da energia fermentável e o nitrogênio degradável no rúmen (Dewhurst et al., 2000; NRC, 2000). Assim, com base nestas afirmativas, pode-se inferir que as dietas estudadas não limitaram o crescimento dos microrganismos.

Tabela 6 - Médias ajustadas e coeficientes de variação (CV) obtidas para nitrogênio microbiano (Nmic - g/dia), matéria orgânica (MODR) e carboidratos totais degradados (CTDR) no rúmen e eficiência de síntese de proteína microbiana

Item	Dietais experimentais									
	Silagem de cana-de-açúcar (% cal)					Contrastes				CV (%)
	0,0	0,75	1,50	Cana-de-açúcar	Silagem de milho	A ¹	B ²	C ³	D ⁴	
Nmic	60,82	66,01	70,15	76,12	77,59	0,0287	0,0978	0,0360	0,7230	24,21
MODR	2,35	3,33	2,66	3,51	5,05	0,9017	0,8998	0,8902	0,8435	45,44
CTDR	2,24	3,31	2,62	3,45	4,64	0,8487	0,9087	0,9124	0,8823	40,89
	Eficiência microbiana									
MO ⁵	28,71	30,94	29,47	29,59	29,46	0,9517	0,9770	0,8604	0,6330	22,81
CT ⁶	30,31	30,95	30,07	30,03	32,06	0,6204	0,9078	0,9569	0,8409	22,05
NDT ⁷	11,79	11,62	11,37	11,97	13,19	0,1112	0,6800	0,7128	0,9699	14,62

^{1/}Dieta contendo Silagem de milho x dietas à base de cana; ^{2/}Cana-de-açúcar x silagens de cana-de-açúcar; ^{3/}Efeito linear da inclusão de cal na silagem de cana-de-açúcar; ^{4/}Efeito quadrático da inclusão de cal na silagem de cana-de-açúcar; ^{5/}g Nmic/Kg MODR, ^{6/}g Nmic/Kg CTDR; ^{7/}g PBmic/100g NDT

As médias observadas para nitrogênio ingerido (NI), fecal (NF), urinário (NU) e N uréico no soro (NUS) e o balanço de compostos nitrogenados são apresentadas na Tabela 7. O comportamento para o N ingerido reflete as observações para o consumo de PB (Tabela 4). As quantidades de N na urina e nas fezes foram maiores ($P < 0,05$) nos animais que consumiram dieta contendo silagem de milho.

Segundo Preston et al. (1965), existe correlação positiva entre ingestão de N e concentração de NUS. No entanto, o comportamento observado para o N ingerido não foi similar ao NUS que não diferenciou ($P > 0,05$) entre os volumosos avaliados. O N urinário apresentou comportamento quadrático à medida que se elevou o nível de cal nas dietas baseadas em silagens de cana-de-açúcar, estimando-se máxima excreção com o nível 0,88% de cal.

Segundo Valadares et al. (1997), as concentrações de NUS e N urinário estão relacionadas, sendo que valores entre 14,0 e 16,0 mg/dL de N-uréico no soro, representariam limites a partir dos quais estariam ocorrendo perdas de proteína dietética. De acordo com Broderick e Clayton (1997), a concentração elevada de uréia plasmática está relacionada à utilização ineficiente da PB da dieta.

O balanço de compostos nitrogenados foi maior ($P < 0,05$) nos animais que consumiram a dieta contendo silagem de milho, não havendo diferenças ($P > 0,05$) entre as dietas contendo silagens de cana-de-açúcar e cana-de-açúcar *in natura*. No entanto, foi observado comportamento quadrático ($P < 0,05$) com a inclusão de cal nas silagens de cana-de-açúcar estimando-se máximo valor com o nível de 0,78% de cal. Segundo Valadares et al. (1997), este comportamento demonstra que o maior aporte de N pós-ruminal resultou em maior retenção de N no organismo dos animais.

Tabela 7 - Médias ajustadas e coeficientes de variação (CV) obtidas para compostos nitrogenados ingeridos (NI – g/dia), fecais (g/dia), urinários (NU – g/dia) e ureico no soro (NUS – mg/dL) e balanço de nitrogênio (BN – g/dia)

Item	Dietas Experimentais					Contrastes				CV (%)
	Silagem de cana-de-açúcar (% cal)			Cana-de-açúcar	Silagem de milho	A ¹	B ²	C ³	D ⁴	
	0,0	0,75	1,50							
NI ⁵	92,76	144,12	126,40	147,2	192,01	<,0001	0,0303	0,1710	0,0093	9,17
NF	45,92	51,88	51,85	55,83	69,033	0,0097	0,2303	0,1231	0,3195	25,04
NU ⁶	35,33	69,83	60,47	69,41	88,17	<,0001	0,0511	0,3739	0,0316	26,85
NUS	14,49	17,33	17,35	16,58	17,97	0,3117	0,9263	0,1164	0,4031	26,79
BN ⁷	11,51	22,41	14,04	21,96	34,81	<,0001	0,1887	0,2127	0,0476	18,94

^{1/}Dieta contendo Silagem de milho x dietas à base de cana; ^{2/}Cana-de-açúcar x silagens de cana-de-açúcar; ^{3/}Efeito linear da inclusão de cal na silagem de cana-de-açúcar; ^{4/}Efeito quadrático da inclusão de cal na silagem de cana-de-açúcar.

^{5/} $\hat{Y}=92,76+49,39 \text{ cal}-29,02 \text{ cal}^2$; ^{6/} $\hat{Y}=35,33+31,81\text{cal}-18,05\text{cal}^2$; ^{7/} $\hat{Y}=11,51+19,23\text{cal}-12,32\text{cal}^2$

Não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) entre os volumosos estudados para o pH ruminal (Tabela 8).

Ressalta-se que nenhum dos valores de pH foi menor que o mínimo preconizado por Orskov (1982), que indicou que o pH ruminal abaixo de 6,2 reduziria a atividade de bactérias celulolíticas. Esse pesquisador indicou que a depressão no pH ruminal poderia ser responsável pela redução na digestibilidade da fibra associada com suplementação de grãos, fato não ocorrido no presente trabalho.

Neste sentido, Russell et al. (1979) observaram que a população de bactérias celulolíticas diminuiu, quando o pH variou de 5,7 a 6,2. Já as bactérias fermentadoras de carboidratos solúveis persistiram até em variações de 4,6 a 4,9. Mudanças nas populações bacterianas poderiam ser uma das razões para a redução na ingestão e digestão do volumoso.

Houve interação ($P < 0,05$) entre os tratamentos (dietas) e tempo de coleta de amostras para as concentrações de $N-NH_3$ ruminais.

Avaliando o efeito dos tempos de coleta dentro de cada tratamento, observou-se efeito cúbico ($P < 0,05$) do tempo para as concentrações de amônia ruminal para as dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com 0,0 e 1,50% de cal e para a dieta com cana-de-açúcar *in natura*.

Houve aumento linear da $N-NH_3$ ruminal para a dieta contendo silagem de milho e não houve efeito do tempo ($P < 0,05$) para a dieta com silagem de cana-de-açúcar com 0,75% de cal.

As concentrações de NH_3 ruminal variaram de 9,77 a 22,90 mg/dL nos tempos estudados. Mehrez et al. (1977) afirmaram que a máxima atividade fermentativa ruminal é obtida quando o nitrogênio amoniacal alcança valores entre 19 e 23 mg/dL de líquido ruminal. Todavia, destaca-se que estes valores estiveram acima de 5,0 mg/dL de nitrogênio amoniacal (Griswold et al., 2003) indicando que a amônia ruminal não limitou o crescimento microbiano em nenhum dos tratamentos.

Tabela 8 – Medias ajustadas para pH e NH3 (mg/dl) em função dos tratamentos e tempos de coleta.

Item	Tratamento (Tr)					Tempo (T)						Valor de P			Efeito		
	1	2	3	4	5	0	2	4	6	8	10	Tr	T	T x Tr	L	Q	C
pH	6,60	6,52	6,54	6,61	6,48	6,55	6,61	6,54	6,68	6,41	6,50	0,3555	0,0218	0,9382	0,1418	0,2170	0,4503
NH ₃	19,39	15,08	12,35	15,05	15,28	11,94	16,64	20,69	15,16	12,61	15,52	0,1139	0,2134	0,0009	-	-	-
NH ₃ T/Tr ₁ ⁵	-	-	-	-	-	11,45	21,57	22,90	18,39	12,03	20,01	-	-	-	0,9878	0,0010	<0,0001
NH ₃ T/Tr ₂ ⁶	-	-	-	-	-	10,30	15,44	21,92	18,97	9,14	14,69	-	-	-	0,9962	0,0097	0,0286
NH ₃ T/Tr ₃	-	-	-	-	-	9,77	13,48	12,61	16,08	11,92	10,24	-	-	-	0,9606	0,0975	0,9855
NH ₃ T/Tr ₄ ⁷	-	-	-	-	-	17,93	19,26	18,79	9,14	11,34	13,82	-	-	-	0,0153	0,4949	0,0386
NH ₃ T/Tr ₅ ⁸	-	-	-	-	-	10,24	13,48	17,24	13,24	18,62	18,85	-	-	-	0,0143	0,7220	0,5135

L = efeito linear; Q = efeito quadrático; C = efeito cúbico. ¹Dieta contendo Cana-de-açúcar *in natura*; ²Dieta a base de Silagem de cana-de-açúcar; ³Dieta composta com Silagem de cana-de-açúcar com 0,75%CaO; ⁴Dieta contendo Silagem de cana-de-açúcar com 1,50%CaO; ⁵dieta baseada em Silagem de milho.

$$^5 \text{NH}_3 = 9,9111 + 14,2656T - 3,2742T^2 + 0,1940T^3$$

$$^6 \text{NH}_3 = 9,1413 + 7,7649T - 1,6348T^2 + 0,0902T^3$$

$$^7 \text{NH}_3 = 17,8349 + 13,1608T - 1,2035T^2 + 0,0851T^3$$

$$^8 \text{NH}_3 = 11,3846 + 0,7789T$$

CONCLUSÕES

Dietas à base de silagem de milho propiciam maior consumo e digestibilidade da matéria seca e balanço de compostos nitrogenados em relação às dietas à base de cana-de-açúcar.

Baseado na máxima ingestão de energia (NDT), recomenda-se ensilar a cana-de-açúcar com 0,86% de cal.

LITERATURA CITADA

- ALLI, I.; FAIRBAIRN, R.; BAKER, B.E. et al. The effects of ammonia on the fermentation of chopped sugarcane. **Animal Feed Science and Technology**., v.9, p.291-299, 1983.
- AMARAL, R.C.; PIRES, A.V.; SUSIN, I. et al. Cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada com e sem aditivos químicos: estabilidade aeróbia dos volumosos e das rações. **Revista Brasileira de Zootecnia**., v.38,n.10, p.1875-1864, 2009.
- BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G.R.; NOGUEIRA, J.R. et al. Pós-abertura de silagem de cana-de-açúcar cv. IAC86/2480 (*Saccharum officinarum* L.) com doses de óxido de cálcio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. (CD-ROM).
- BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A. et al. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1231-1239, 2007.
- BERNARDES, T. F.; SILVEIRA, R. N.; COAN, R. M. Características fermentativas e presença de leveduras na cana-de-açúcar crua ou queimada ensilada com aditivos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. CD-ROM.
- BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**., v.80, p.2964-2971, 1997.
- CARDOSO, R.C.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. et al. Síntese microbiana, pH e concentração de amônia ruminal e balanço de compostos nitrogenados, em novilhos F1 Limousin x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1844- 1852, 2000.
- CAVALI, J. **Cana-de-açúcar ensilada com óxido de cálcio, capim-elefante ou inoculante bacteriano**. 2006. 60f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- CECAVA, M. J.; MERCHEN, N. R.; BERGER, L. L. et al. Effects of dietary energy level and protein source on nutrient digestion and ruminal nitrogen metabolism in steers. **Journal of Animal Science**, v.69, n.8, p.2230-2243,1991.

- CHEN, X.B.; GOMES, M.J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives-an overview of the technical details. Occasional publication. **Buchsburnd Aberdeen**. Ed. Rowett Research Institute. 21p., 1992.
- CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Determination of creatinine excretion and evaluation of spot urine sampling in Holstein cattle. **Livestock Science**, v.113, p.218-225, 2008.
- COAN, R. M.; SILVEIRA, R. N.; BERNARDES, T. F.; REIS, R. A.; MORENO, T. T. B.; MOREIRA, A. L. Composição química da cana-de-açúcar crua ou queimada ensilada com aditivo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. CD-ROM.
- CLARK, J.H.; KLUSMEYER, T.H.; CAMERON, M.R. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.75, p.2304-2323, 1992.
- DEWHURST, R.J.; DAVIES, D.R.; MERRY, R.J. Microbial protein supply from the rumen. **Animal Feed Science and Technology**, v.85, p.1-21, 2000.
- FREITAS, A.W.P.; PEREIRA, J.C.; ROCHA, F.C. et al. Avaliação da qualidade nutricional da silagem de cana-de-açúcar com aditivos microbianos e enriquecida com resíduo da colheita de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.38-47, 2006.
- GRISWOLD, K.E.; APGAR, G.A.; BOUTON, J. et al. Effects of urea infusion and ruminal degradable protein concentration on microbial growth, digestibility and fermentation in continuous culture. **Journal of Animal Science**. v.1, p.329-336, 2003.
- HALL, M.B. **Neutral detergent-soluble carbohydrates, nutritional relevance and analysis**. A laboratory manual. Florida: University of Florida, 2000. 42p. (Bulletin 339).
- MEHREZ, A.Z.; ORSKOV, E.R.; McDONALD, I. Rate of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. **British Journal of Nutrition**, v.38, n.3, p.437-443, 1977.
- MENEZES, G.C.C.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Consumo e digestibilidade em bovinos alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L) e silagem de milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 47, 2010, Bahia, BA. **Anais...** Bahia:SBZ/UFBA, 2010 (CD-ROM).
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: Collaborative study. **Journal of AOAC International**. V.85, n.6, p.1212-1240, 2002.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed.National Academic Press. Washinton, D.C.: 2001. 381p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7 ed. Washington, D.C., 242p, 2000

- OBA, M.; ALLEN, M.S. Effects of brown midrib 3 mutation in corn silage on dry matter intake and productivity of high yielding dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.135-142, 1999.
- OLIVEIRA, M.D.S.; ANDRADE, A.T.; BARBOSA, J.C. et al. Digestibilidade da cana-de-açúcar hidrolisada, *in natura* e ensilada para bovinos. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.1, p.41-50, 2007.
- ORSKOV, E. R. **Protein nutrition in ruminants**. London: Academic Press. 160p.,1982.
- PONTES, R.A.M. **Cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada com óxido de cálcio e uréia em dietas de ovinos**. 2007. 60p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- PRESTON, R.L.; SCHNAKENBERG, D.D.; PFANDER, W.H. Protein utilization in ruminants. I. Blood urea nitrogen as affected by protein intake. **Journal of Nutrition**, v.68, p.281-288, 1965.
- RUSSELL, J. B.; SHARP, W. M.; BALDWIN, R.L. The effect of pH on maximum bacterial growth rate and its possible role as a determinant of bacterial competition in the rumen. **Journal of Animal Science**, v. 48, p. 251-258, 1979.
- RUSSELL, J.B., O'CONNOR, J.D., FOX, D.G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3551-3561, 1992.
- SANTOS, M. C. **Aditivos químicos para o tratamento da cana-de-açúcar *in natura* e ensilada (*Saccharum officinarum* L.)**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, 2007, 112p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)
- SANTOS, R. V.; EVANGELISTA, A. R.; PINTO, J. C. et al. Composição química da cana-de-açúcar (*Saccharum SPP.*) e das silagens com diferentes aditivos em duas idades de corte. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v.30, n.6, p.1184-1189, 2006.
- SANTOS, M.C.; NUSSIO, L.G.; MOURÃO, G.B. et al. Influência da utilização de aditivos químicos no perfil da fermentação, no valor nutritivo e nas perdas de silagens de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.37, n.9, p.1555-1563, 2008.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 165p.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P. et al. Associação entre aditivos químicos e bacterianos na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.789-798, 2007.
- USHIDA, K.; LASSALAS, B.; JOUANY, J.P. Determination of assay parameters for RNA analysis in bacterial and duodenal samples by spectrophotometry. Influence of sample treatment and preservation. **Reproduction Nutrition Development**, v.25, n.6, p. 1037-1046, 1985.

- VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, G.A.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.2686-2696, 1999.
- VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M. et al. proteína em dietas de bovinos. 4. Concentrações de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1270-1278, 1997
- VALADARES FILHO, S.C.; MACHADO, P.A.S.; CHIZZOTTI, M.L. et al. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. 2ed. Viçosa-MG, 502p, 2010a.
- VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L. et al. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados: BR-CORTE**. 2ed. Viçosa-MG, 193p, 2010b.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 476 p. 1994.
- Van SOEST, P.J. e ROBERTSON, J.B. **Analysis of forages and fibrous foods**. Ithaca: Cornell University, 202p, 1985.
- VERBIC, J.; CHEN, X.B.; MACLEOD, N.A. et al. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. **Journal of Agricultural Science**, v.114, n.3, p.243-248, 1990.
- VIEIRA, F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídios em rações para ruminantes**. Viçosa: UFV, 1980. 98p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1980.

Cana-de-açúcar *in natura*, ensilada ou silagem de milho em dietas para novilhas de corte: desempenho e parâmetros nutricionais

RESUMO - O estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar os consumos, a digestibilidade aparente total; a eficiência de síntese microbiana, o balanço de compostos nitrogenados e o ganho de peso de novilhas de corte alimentadas com dietas à base de silagem de cana-de-açúcar com diferentes níveis de cal (0,0; 0,75 e 1,5%), cana-de-açúcar *in natura* ou silagem de milho. Utilizou-se um mesmo concentrado ofertado em base de 0,5% do peso corporal à todos os animais, sendo então as dietas isoprotéicas, visto que todos os volumosos foram corrigidos para terem o mesmo teor protéico (10,5%), acrescentando-se uréia/sulfato de amônia (9:1) nas devidas proporções para cada volumoso. Foram utilizadas 30 novilhas nelore com peso corporal médio de 273,6 Kg (\pm 25,72) e 18 meses de idade média, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado. Para as determinações das digestibilidades aparentes totais dos nutrientes, foram efetuadas coletas de fezes dos animais, durante três dias seguidos em horários diferentes (8:00, 12:00 e 17:00 h) na terceira semana de cada período do experimento. A estimativa de produção fecal foi efetuada utilizando a LIPE[®] e, para estimar o consumo individual de concentrado foi utilizado do dióxido de titânio como indicador externo. O consumo individual de volumoso foi estimado através da fibra indigestível em detergente neutro (FDNi). Os animais que receberam dietas com silagem de milho apresentaram maiores consumos (kg/dia) de todos os constituintes que os animais que receberam as dietas contendo as silagens de cana-de-açúcar e cana-de-açúcar *in natura*. Maiores consumos (kg/dia) de todos os constituintes da dieta, com exceção da PB, foram obtidos para a dieta contendo cana-de-açúcar *in natura* em relação àquelas contendo as silagens de cana-de-açúcar. Foram estimados consumos máximos de MS, MO e FDN (%PC) com os níveis de cal de 0,82; 0,87 e 0,80%, respectivamente. A digestibilidade aparente total de todos os nutrientes foi maior ($P < 0,05$) para a dieta contendo silagem de milho. A inclusão de cal apresentou efeito quadrático na digestibilidade da MS, com máxima digestibilidade estimada no nível 0,82% de cal. O balanço de nitrogênio (BN) foi maior nos animais que consumiram a dieta contendo silagem de milho. Da mesma forma, os animais que consumiram cana-de-açúcar *in natura* apresentaram melhor BN em relação aos que ingeriram dietas

contendo silagens de cana-de-açúcar. A inclusão de cal nas silagens de cana-de-açúcar resultou em BN máximo estimado com o nível de 0,77% de cal para estas dietas. O consumo de energia e conseqüentemente o desempenho de novilhas em crescimento alimentadas com silagem de milho é melhor que aquelas alimentadas com cana-de-açúcar. O uso da silagem de cana-de-açúcar sem aditivo resulta em menor consumo de energia. O nível de cal que resultou em melhor consumo de energia situa-se próximo de 0,8%.

Palavras chave: Consumo, digestibilidade, forragem conservada, hidrólise

**Fresh, ensiled sugarcane or corn silage in diets for beef heifers:
Performance and nutritional parameters**

ABSTRACT – The study was carried out to evaluate the intake, total apparent digestibility, microbial synthesis efficiency, nitrogen balance and weight gain of beef heifers fed diets based on sugarcane silage with different levels of whitewash (0.0, 0.75 and 1.5%), fresh sugarcane or corn silage. It was used a same concentrated offered on the basis of 0.5% of body weight for all animals, and then the diets isoproteics, since all forages were corrected to have the same protein content (10.5%), adding urea/ammonium sulfate (9:1) in due proportion to each forage. 30 zebu steers with average body weight of 273.6 kg and mean age of 18 months distributed randomly were used. For the determination of apparent digestibilities of nutrients, fecal samples were taken from animals during three consecutive days at different times (8:00, 12:00 and 17:00) in third week of each experimental period. The estimation of fecal output was performed using the LIPE[®] and to estimate the individual consumption of concentrate was used titanium dioxide as an external. The individual consumption of roughage was estimated using indigestible neutral detergent fiber (NDFi). The animals fed corn silage had higher intakes than the animals fed sugarcane silage and fresh sugarcane. Intake was higher for fresh sugarcane in relation to sugarcane silage that showed a quadratic response with the addition of whitewash with maximum intake levels with cal 0.82, 0.87, 0.81 and 0.79%, respectively for DM, OM, and NDF (% CW). The total apparent digestibility was greater for corn silage. The inclusion of cal had a quadratic effect on DM digestibility digestibility with maximum level of 0.82 cal. Nitrogen balance was higher for heifers fed corn silage. Similarly, animals that intake fresh sugarcane showed better nitrogen balance in relation to sugarcane silage. The inclusion of whitewash in sugarcane silages led quadratic behavior on this variable with a maximum value with the level of 0.77% cal. Energy intake and the performance of heifers fed corn silage is better than those fed with sugarcane. The use of sugarcane silage without additives results in lower energy intake. The level of whitewash resulted in higher energy intake lies around 0.8%.

Keywords: digestibility, forage conserved, hydrolysis, intake

INTRODUÇÃO

Eficiência e escala de produção são imprescindíveis para obtenção de retornos financeiros compensadores na atividade pecuária. O aumento da produtividade demanda maior quantidade e qualidade das forragens, sendo a alimentação dos animais o item de maior peso no custo de produção (Jobim et al., 2007).

A utilização da cana *in natura* reduz o custo da ração e do produto animal para gado de leite (Oliveira et al., 2004) ou de corte (Nussio et al., 2003). A cana-de-açúcar como forrageira destaca-se pela alta produtividade de massa verde (80 a 150 t/ha/ano), pela manutenção do valor nutritivo até seis meses após a maturação e pelo período de colheita coincidente com a época de escassez de forragem nas pastagens. Por outro lado, a maior restrição para sua utilização em larga escala é a necessidade de corte diário, o que se traduz em entrave operacional.

A ensilagem da cana-de-açúcar é uma estratégia que pode contornar esta situação por eliminar o corte diário, sendo esse procedimento concentrado em um curto período; e ainda aumenta a eficiência dos tratamentos culturais tais como aplicação de fertilizantes e herbicidas na área colhida, possibilitando uniformidade na rebrota.

A ensilagem da cana-de-açúcar também evita sobras do canavial de um ano para outro e riscos de perda por fogo ou outros fatores aleatórios. Porém, é importante ressaltar que, por apresentar grande quantidade de carboidratos solúveis, a cana-de-açúcar é altamente susceptível à atividade de leveduras, e essas, em ambiente anaeróbio, causam perdas significativas em função da fermentação alcoólica. Desta forma, a utilização do potencial produtivo da espécie na forma de silagem acarreta perdas consideráveis durante a fermentação e após abertura do silo.

Segundo Woolford (1984), além do ácido láctico, as leveduras utilizam os açúcares solúveis e produzem o etanol que não tem valor preservativo para a silagem e, como consequência, ocorrem perdas de matéria seca e de energia. Freitas et al. (2004) observaram perdas de matéria seca de 31,09% e Pedroso et al. (2004) de 29,2%. Estes autores associaram tais perdas ao alto teor de

carboidratos solúveis da cana-de-açúcar e a grande população de leveduras que realizam a fermentação alcoólica com alta produção de CO₂.

Diante deste quadro, aditivos devem ser avaliados visando melhorar o padrão de fermentação, o controle do desenvolvimento de leveduras e a conservação da cana-de-açúcar na forma de silagem.

O óxido de cálcio (cal) tem sido indicado como alternativa de aditivo, pois além de ter ação antimicrobiana, que inibe o desenvolvimento das leveduras produtoras de etanol, pode promover hidrólise da fibra do material ensilado, melhorando assim a sua digestibilidade.

De acordo com Lima et al. (2007), a adição de até 1% de cal à cana-de-açúcar no momento da ensilagem caracteriza-se como possível estratégia de manejo por apresentar redução nos constituintes da parede celular, elevação no consumo e nos coeficientes de digestibilidade, o que se traduz em característica desejável para a ensilagem dessa gramínea. Por outro lado, Cavali (2006) verificou que a adição de 1,5% de cal resultou em maior recuperação de MS da massa ensilada, melhor digestibilidade *in vitro* da MS, bem como em maior população de bactérias ácido-láticas e menor quantidade de leveduras, indicando boa fermentação.

No entanto, verifica-se a necessidade de mais informações envolvendo o nível de cal ideal para maximizar o aproveitamento da silagem de cana-de-açúcar e maximizar o desempenho animal em confinamento.

Neste sentido, objetivou-se avaliar o desempenho e parâmetros nutricionais de novilhas nelore em confinamento alimentadas com dietas à base de silagem de cana tratada com diferentes níveis de cal, cana-de-açúcar *in natura* e silagem de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório Animal do Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal de Viçosa. Foram utilizadas 30 novilhas Nelore com peso corporal médio de 273,6 Kg (\pm 25,72) e 18 meses de idade média. Os animais foram confinados em cinco baias coletivas contendo cochos cobertos com telhas de amianto. Ao início do experimento, os animais foram pesados e receberam tratamento contra endo e ectoparasitos.

Após a pesagem, foi efetuada aleatoriamente a distribuição dos tratamentos aos mesmos, em um delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições por tratamento. Os tratamentos foram constituídos de silagem de cana-de-açúcar com níveis de cal (0,0%; 0,75% e 1,5%), cana-de-açúcar *in natura* e silagem de milho. Os volumosos foram corrigidos com uréia/sulfato de amônia para apresentarem o mesmo teor protéico (10,5% PB). Todos os animais receberam concentrado (Tabela 1) na quantidade de 0,5% do peso corporal.

Tabela 1 - Proporção dos ingredientes no concentrado, na base da matéria natural e composição bromatológica

Ingredientes	Proporção (%)
Farelo de soja	23,88
Fuba de milho	71,52
NaCl	1,0
Mistura mineral ¹	3,6
Composição bromatológica	
MS (%)	93,98
MO ²	92,81
PB ²	17,98
EE ²	3,17
FDN ²	11,82
FDA ²	5,12
CNF ²	59,84
Cálcio ³	0,96
Fósforo ³	0,94

¹Níveis de garantia por quilo: Ca-240g, I-90mg, P-174g, Mg-2000mg, Zn-5270mg, Se-15g, Co-100mg, F-1740mg, Cu-1250mg, Fe-1795mg, veículo q.s.p-1000 g);²% na MS; ³Estimado segundo CQBAL 3.0 (Valadares Filho et al, 2010a)

O ensaio teve a duração de 99 dias, divididos em três períodos de 28 dias, após 15 dias de adaptação. Na fase de adaptação, a alimentação foi ofertada à vontade, duas vezes ao dia, pela manhã e à tarde, sendo o consumo mensurado diariamente.

Após o período de adaptação, procedeu-se nova pesagem dos animais, após 12 horas de jejum de sólidos, que foi repetida a cada 28 dias. Os pesos dos

animais foram utilizados para o ajuste da quantidade de concentrado fornecido no período seguinte, visto que estes foram ajustados em função do peso corporal dos animais. A quantidade de ração fornecida foi diariamente calculada para permitir sobras de 10%.

Foram coletadas diariamente amostras dos alimentos fornecidos e das sobras, por animal, as quais foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenados em freezer. Semanalmente foram feitas amostras compostas das sobras por tratamento.

O teor de etanol foi determinado em cromatógrafo a gás modelo CG – 17A da marca Shimadzu, equipado com detector FID. Para registro e análise dos cromatogramas, o aparelho foi acoplado a um microcomputador, utilizando-se o programa GC Solution. Os compostos foram separados e identificados em uma coluna capilar PAG (30 m x 0,25 mm). Para a separação cromatográfica, 1 µL de amostra foi injetado com auxílio de seringa de 10 µL (Hamilton®) em sistema Split = 30. O gás nitrogênio foi utilizado como carreador com velocidade linear programada para 24,64 cm/s e os gases hidrogênio e ar sintético formaram a chama no detector. As temperaturas do injetor e do detector foram controladas isotermicamente entre 200°C e 220°C. A temperatura inicial da coluna foi de 100°C (mantida por 6 minutos), aumentando em 30°C por minuto até atingir 180°C (mantida por 24 minutos) totalizando 11,06 minutos de análise. O Fluxo do gás de arraste na coluna foi de 0,8 mL/minuto

Para as determinações das digestibilidades aparentes totais dos nutrientes, foram efetuadas coletas de fezes dos animais, durante três dias seguidos em horários diferentes (8:00, 12:00 e 17:00 h) na terceira semana de cada período experimental. As amostras de fezes foram pré-secadas, moídas em moinho de faca com peneira de malha de 1mm sendo feita então a composta por animal e posteriormente armazenadas para as análises.

A estimativa de produção fecal foi efetuada, utilizando como indicador a LIPE® e, para estimar o consumo individual de concentrado foi utilizado do dióxido de titânio como indicador externo. O consumo individual de volumoso foi estimado através da fibra indigestível em detergente neutro (FDNi), conforme descrito por Valadares Filho et al. (2006).

$$CMSC = \frac{EF * [Ti]_{fecal}}{[Ti]_{suplemento}}$$

Onde : CMSC = consumo de MS concentrado; EF = excreção de MS fecal; $[Ti]_{fecal}$ = concentração de titânio nas fezes e $[Ti]_{suplemento}$ = concentração de titânio no suplemento

Os indicadores externos foram ministrados diariamente pela manhã em dose única. O dióxido de titânio foi misturado ao concentrado diariamente por oito dias consecutivos (cinco dias de adaptação e três dias de coleta) em uma dose de 0,7% da matéria natural do concentrado por dia.

A LIPE[®] foi fornecida na forma de cápsulas, numa dose de 0,5 g por animal/dia, por um período de seis dias (três dias de adaptação e três dias de coleta). A coleta das fezes foi realizada diretamente do reto dos animais.

Todas as amostras foram submetidas a uma pré-secagem a 65° C, por 72 h, moídas em moinho de faca tipo “Willey”, com peneira de 1mm e armazenadas em recipientes de plástico, para futuras análises laboratoriais.

As determinações de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), nitrogênio total (NT), extrato etéreo (EE) e fibra em detergente neutro (FDN) foram realizadas seguindo técnica descrita por Silva e Queiroz (2002). Os caboidratos não fibrosos (CNF) e os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram obtidos conforme descrito por Hall (2000) e NRC (2001), respectivamente. Na Tabela 2 é apresentada a composição bromatológica dos volumosos.

As amostras de fezes, alimentos e sobras, referentes à estimativa de digestibilidade, foram incubadas *in situ*, por um período de 144 horas no rúmen, onde as amostras foram acondicionadas em sacos de ankon[®]. O material oriundo de cada incubação foi submetido à digestão com detergente neutro, para estimativa da FDNi.

No último dia do experimento, 4 horas após o fornecimento da dieta aos animais, foi feita a coleta de sangue e obtenção das amostras “spot” de urina dos animais. Após a coleta, as amostras de urina foram diluídas em 40 mL de H₂SO₄ 0,036 N e congeladas a -20°C para posterior quantificação da excreção de derivados de purinas, segundo Valadares et al. (1999).

Tabela 2 - Composição bromatológica dos volumosos

Item	Silagem de cana-de-açúcar (% cal)			Silagem de milho	Cana-de-açúcar
	0,0	0,75	1,5		
MS	24,9	27,4	27,8	31,1	29,4
MO	93,8	91,2	87,0	93,9	93,2
PB	3,0	3,4	2,8	7,0	3,9
EE	1,2	1,5	1,4	3,0	1,3
FDN	61,4	45,1	42,1	55,6	55,7
FDNi	28,35	26,79	26,07	17,63	23,60
CNF	28,2	41,2	40,7	28,3	32,2
FDA	41,2	25,5	26,3	32,0	32,5
Lignina	7,98	7,2	6,4	4,2	6,1
Cálcio ¹	0,28	1,03	2,13	0,30	0,22
Fósforo ¹	0,03	0,03	0,03	0,19	0,07

¹Estimados segundo CQBAL 3.0 (Valadares Filho et al, 2010a)

O sangue foi coletado posteriormente à coleta de urina, por punção da veia jugular, usando kits comerciais a vácuo, com gel acelerador da coagulação. Em seguida, procedeu-se à centrifugação das amostras a 4000 rpm, durante 15 minutos, sendo o soro congelado para posteriores análises.

As amostras de urina foram analisadas quanto aos teores de creatinina e uréia, empregando-se kits comerciais. No soro foi determinada a concentração de uréia, segundo o método diacetil modificado (kits comerciais). Calculou-se o volume urinário diário pela relação entre a excreção diária de creatinina, adotando-se como referência a equação descrita por (Chizzotti, al. 2008):

$$EC \text{ (mg/kgPV)} = 32,27 - 0,01093 * PC$$

e sua concentração nas amostras “spot”. Desta forma, assumiu-se a excreção urinária diária de uréia como o produto entre sua concentração nas amostras “spot” e o valor estimado de volume urinário, sendo as estimativas expressas em g de N oriundo da uréia, empregando-se para tal o fator de 0,466.

As análises de alantoína e de ácido úrico na urina foram feitas pelo método colorimétrico, conforme método descrito por Fujihara et al. (1987), citados por

Chen & Gomes (1992). A excreção total de derivados de purinas foi calculada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretados na urina, expressas em mmol/dia.

As purinas absorvidas (X, mmol/dia) foram calculadas a partir da excreção de derivados de purinas (Y, mmol/dia), por intermédio da equação:

$$Y = 0,85X + 0,385PV^{0,75}$$

em que: 0,85 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados de purinas e $0,385PV^{0,75}$, a contribuição endógena para a excreção de purinas (Verbic et al., 1990).

A síntese de compostos nitrogenados microbianos no rúmen (Y, gN/dia) foi calculada em função das purinas absorvidas (X, mmol/dia), por meio da equação:

$$Y = \frac{70X}{0,830 \times 0,116 \times 1000}$$

em que: 70 representa o conteúdo de N nas purinas (mg N/mmol); 0,83, a digestibilidade das purinas microbianas e 0,116, a relação N-purina:N total nas bactérias (Chen & Gomes, 1992).

A eficiência microbiana foi expressa em g PB microbiana/kg de nutrientes digestíveis totais ingeridos (g PBmic/kg NDT).

A concentração de N-uréico no soro foi obtida pelo teor de uréia no soro multiplicado por 0,466, correspondente ao teor de N na uréia. O balanço dos compostos nitrogenados (BN) foi obtido pela diferença entre o total de N ingerido e o total de N excretado nas fezes e na urina.

A comparação entre tratamentos foi realizada por intermédio de contrastes ortogonais (Tabela 3). Para todos procedimentos, adotou-se o nível de significância de 5%.

Tabela 3 – Distribuição dos coeficientes nos contrastes ortogonais empregados na decomposição da soma de quadrados para tratamentos

Contraste	Silagem de milho	Cana-de-açúcar	Silagem de cana-de-açúcar (% cal)		
			0,0%	0,75%	1,50
A ¹	4	-1	-1	-1	-1
B ²	0	3	-1	-1	-1
C ³	0	0	-1	0	1
D ⁴	0	0	-1	2	-1

^{1/} Dieta contendo Silagem de milho x dietas à base de cana-de-açúcar; ^{2/} Dieta com cana-de-açúcar *in natura* x dietas contendo silagens de cana-de-açúcar; ^{3/}Efeito linear da inclusão de cal na silagem de cana-de-açúcar ; ^{4/}Efeito quadrático da inclusão de cal na silagem de cana-de-açúcar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que os animais que receberam silagem de milho na dieta apresentaram maiores consumos ($P < 0,05$) que os animais que receberam as dietas contendo silagens de cana-de-açúcar e cana-de-açúcar *in natura* (Tabela 4).

A dieta formulada à base de cana-de-açúcar *in natura* propiciou maior consumo ($P < 0,05$) de todos os nutrientes, como exceção do EE, que as dietas contendo silagens de cana-de-açúcar. Por outro lado, os consumos de nutrientes apresentaram comportamento quadrático com a inclusão de cal na silagem de cana-de-açúcar, estimando-se consumos máximos (kg/dia) de MS, MSV, MSC, MO, PB, EE, FDN, CNF e NDT para os níveis de 0,85; 0,84; 0,87; 0,78; 0,86; 0,75; 0,73 e 0,82% de cal, respectivamente. Já quando se estimaram os máximos níveis de inclusão de cal para MS, MO e FDN em porcentagem do peso corporal, os valores encontrados foram de 0,87; 0,81 e 0,79% de cal, respectivamente.

A dieta contendo silagem de milho propiciou incremento no consumo de MS total ($P < 0,05$) de 38,14% em relação aos animais que receberam a dieta baseada em cana-de-açúcar *in natura*, 93% superior aos alimentados com a dieta com silagem de cana-de-açúcar com 0,0% de cal, 38% superior aos alimentados com dieta a base de silagem de cana-de-açúcar com 0,75% de cal e 67% superior aos alimentados com dieta contendo silagem de cana-de-açúcar com 1,5% de cal. Assim como todos os animais alimentados com as silagens de cana-de-açúcar

consumiram menos que os animais alimentados com dietas que continham cana-de-açúcar *in natura* ($P < 0,05$).

Este comportamento se deve possivelmente à própria composição bromatológica da silagem de milho, que é um volumoso com menores teores de lignina e FDNi (Tabela 2) que todos os outros volumosos em questão. No processo de ensilagem da cana-de-açúcar houve concentração da lignina e de FDNi no material o que também explica o maior consumo da cana-de-açúcar não ensilada, pois a lignina faz parte da fração indigestível pelos ruminantes, logo, quanto maior o seu teor num determinado alimento, mais lenta será a sua degradação e conseqüentemente o esvaziamento ruminal, aumentando assim a sensação de enchimento físico pelo animal, fazendo com que ele diminua sua ingestão de matéria e de todos nutrientes.

Tabela 4 – Médias ajustadas e coeficientes de variação (CV) obtidas para os consumos de MS, MSV, MSC, MO, PB, EE, FDN, CT, CNF e NDT.

Item	Dietas Experimentais					Contrastes				CV (%)
	Silagem de cana-de-açúcar (% cal)			Cana-de-açúcar	Silagem de milho	A ¹	B ²	C ³	D ⁴	
	0,0	0,75	1,50							
	Kg/dia									
MS ⁵	4,06	5,12	4,72	5,69	7,86	<.0001	<.0001	0,0043	<.0001	6,54
MSV ⁶	2,59	3,57	3,24	4,09	6,09	<.0001	<.0001	0,0069	<.0001	8,87
MSC ⁷	1,47	1,55	1,48	1,60	1,77	<.0001	<.0001	0,0243	<.0001	9,76
MO ⁸	3,93	4,78	4,11	5,28	7,35	<.0001	<.0001	0,3601	<.0001	6,36
PB ⁹	0,48	0,61	0,54	0,67	0,92	<.0001	<.0001	0,0007	<.0001	6,53
EE ¹⁰	0,08	0,11	0,09	0,10	0,25	<.0001	0,1571	0,2448	0,0004	7,71
FDN ¹¹	1,57	2,16	1,66	2,72	3,80	<.0001	<.0001	0,4085	<.0001	7,35
CNF ¹²	2,10	2,52	2,06	2,07	2,63	<.0001	0,0142	0,5816	<.0001	5,68
NDT ¹³	2,26	4,06	2,80	4,38	5,94	<.0001	<.0001	0,0173	<.0001	9,35
	% Peso corporal									
MS ¹⁴	1,44	1,95	1,70	1,93	2,53	<.0001	0,0641	0,0895	0,0056	13,30
MO ¹⁵	1,39	1,76	1,48	1,79	2,37	<.0001	0,0313	0,5267	0,0094	13,04
FDN ¹⁶	0,56	0,74	0,60	0,92	1,23	<.0001	<.0001	0,5154	0,0065	13,52

^{1/}Dieta com Silagem de milho x dietas à base de cana; ^{2/}dieta baseada em Cana-de-açúcar x dieta contendo silagens de cana-de-açúcar; ^{3/}Efeito linear da inclusão de cal na silagem de cana-de-açúcar; ^{4/}Efeito quadrático da inclusão de cal na silagem de cana-de-açúcar; ^{5/} $\hat{Y} = 4,06 + 3,89 \text{ cal} - 2,30 \text{ cal}^2$; ^{6/} $\hat{Y} = 2,49 + 2,09 \text{ cal} - 1,24 \text{ cal}^2$; ^{7/} $\hat{Y} = 1,15 + 1,03 \text{ cal} - 0,59 \text{ cal}^2$; ^{8/} $\hat{Y} = 3,93 + 3,03 \text{ cal} - 1,94 \text{ cal}^2$; ^{9/} $\hat{Y} = 0,36 + 0,36 \text{ cal} - 0,21 \text{ cal}^2$; ^{10/} $\hat{Y} = 0,08 + 0,06 \text{ cal} - 0,04 \text{ cal}^2$; ^{11/} $\hat{Y} = 1,57 + 1,51 \text{ cal} - 0,98 \text{ cal}^2$; ^{12/} $\hat{Y} = 2,10 + 1,14 \text{ cal} - 0,78 \text{ cal}^2$; ^{13/} $\hat{Y} = 2,26 + 4,45 \text{ cal} - 2,73 \text{ cal}^2$; ^{14/} $\hat{Y} = 1,43 + 1,20 \text{ cal} - 0,69 \text{ cal}^2$; ^{15/} $\hat{Y} = 1,39 + 0,92 \text{ cal} - 0,57 \text{ cal}^2$; ^{16/} $\hat{Y} = 0,56 + 0,46 \text{ cal} - 0,29 \text{ cal}^2$, MS= matéria seca; MSV= MS volumoso; MSC= MS concentrado; MO= matéria orgânica; PB= proteína bruta; EE= extrato etéreo; FDN= fibra em detergente neutro; CNF= carboidratos não fibrosos; NDT = nutrientes digestíveis totais.

Roman et al. (2008) observaram que dietas contendo silagem de milho promovem maior consumo de matéria seca que dietas contendo silagem de cana-de-açúcar.

Segundo Resende et al. (2005), esta observação pode ter ocorrido devido à presença de ácido acético e etanol, fato característico do processo fermentativo da silagem de cana-de-açúcar, os quais exercem influência direta sobre os receptores químicos ligados à saciedade. A ingestão de MS é afetada quando bovinos consomem forragens de qualidades diferentes, independentemente da estratégia de alimentação (Magalhães et al., 2006).

Para explicar o menor consumo de dietas com cana-de-açúcar, Oliveira (dados não publicados (2008), citado por Valadares Filho et al. (2006) comparou a cinética de degradação ruminal da silagem de milho com a da cana-de-açúcar. Foram obtidos valores de FDN potencialmente digestível de 72% e taxas de degradação da FDN de 2,8%/h para silagem de milho enquanto os respectivos valores para cana-de-açúcar foram de 48,2% e 3,2%/h. Conseqüentemente, os teores de FDN indigestível foram de 28 e 51,8%, respectivamente. Ao calcular os tempos de retenção da FDN, foram observados valores de 34,9 h para cana-de-açúcar e de 29 h para a silagem de milho. Esses dados sugerem que o maior tempo de retenção da FDN da cana-de-açúcar no rúmen é resultante de seu maior teor de FDN indigestível e não da taxa de digestão da FDN potencialmente digestível. O maior tempo de retenção ruminal da FDN da cana-de-açúcar no rúmen explica o menor consumo observado em dietas contendo maiores proporções de cana-de-açúcar.

Menezes et al. (2010) avaliaram os consumos, e as taxas de passagem e de digestão da MS e da FDN em bovinos alimentados com dietas constituídas de silagem de milho, cana-de-açúcar triturada e fornecida *in natura* ou triturada e ofertada após três dias de armazenamento, e cana-de-açúcar ensilada com 1 % de cal e um mesmo concentrado fixado em 1% do peso corporal. Segundo os autores, o uso da cal na ensilagem da cana-de-açúcar não foi capaz de modificar as taxas de ingestão, passagem e de digestão da MS e da FDN pelos animais em relação àqueles que receberam silagem de cana-de-açúcar sem o aditivo, fato que

justificou os consumos semelhantes dos animais alimentados com as silagens de cana-de-açúcar.

As maiores taxas de digestão e de passagem da matéria seca e da fibra em detergente neutro obtidas pelos animais alimentados com as dietas contendo silagem de milho justificam seu maior consumo. A maior taxa de passagem obtida pelos animais alimentados com as dietas contendo cana-de-açúcar fornecida *in natura* em relação ao fornecimento da cana-de-açúcar ensilada justificam os maiores consumos dessas dietas (Resende et al., 2010).

Por outro lado níveis de cal próximos à 0,75% propiciaram consumo de nutrientes próximos aos observados nos animais que consumiram cana-de-açúcar *in natura*. Segundo Castrillón et al. (1978) e Alcântara et al. (1989), substâncias alcalinizantes são capazes de modificar o processo de fermentação e apresentar melhor composição bromatológica, redução na produção de etanol, maior teor de ácido láctico e maior digestibilidade, resultando assim, em aumentos no consumo de matéria seca e no ganho de peso dos animais.

Segundo Lima et al. (2007), a adição de até 1,0% de cal à cana-de-açúcar no momento da ensilagem caracteriza-se como possível estratégia de manejo por apresentar redução nos constituintes da parede celular, elevação no consumo e nos coeficientes de digestibilidade, o que se traduziria em característica desejável para a ensilagem dessa gramínea.

Na Tabela 5 pode ser observada maior ($P < 0,05$) digestibilidade aparente total da MS, MO, PB, EE, FDN e CNF nas novilhas que consumiram dietas contendo silagem de milho em relação às que consumiram dietas à base de cana-de-açúcar *in natura* e silagem de cana-de-açúcar com ou sem adição de cal.

Com exceção da digestibilidade do EE, a dieta contendo cana-de-açúcar *in natura* propiciou maior ($P < 0,05$) digestibilidade em relação às dietas contendo silagem de cana-de-açúcar. A inclusão de cal no momento da ensilagem da cana-de-açúcar apresentou efeito quadrático nas digestibilidades da MS, MO, PB e CNF, respectivamente, com máximas digestibilidades estimadas para os níveis 0,82; 0,77; 0,67 e 0,89% de cal nas silagens, respectivamente.

Com relação às melhores digestibilidades observadas para a dieta contendo silagem de milho deve-se considerar a menor digestibilidade da FDN da cana-de-açúcar em relação à das dietas com silagens de milho (Corrêa et al., 2003). A digestibilidade da FDN constitui importante parâmetro de qualidade da forragem pela grande variabilidade da degradação ruminal e sua influência sobre o desempenho animal (Oba e Allen, 1999).

Corrêa et al. (2003) verificaram que dietas contendo cana-de-açúcar propiciaram menos consumo de matéria seca que dietas contendo silagem de milho. Segundo os autores, este menor consumo deve-se à menor digestibilidade aparente da FDN apresentada pela cana-de-açúcar, conforme também observado no presente estudo.

Tabela 5 – Médias ajustadas e coeficientes de variação (CV) obtidas para a digestibilidade aparente total da MS, MO, PB, EE, FDN, CT e CNF para as dietas experimentais.

Item	Dietas Experimentais					Contrastes				CV (%)
	Silagem de cana-de-açúcar (% cal)			Cana-de-açúcar	Silagem de milho	A ¹	B ²	C ³	D ⁴	
	0,0	0,75	1,50							
MS ⁵	47,92	64,25	52,87	61,58	74,78	<,0001	0,0011	0,0311	<,0001	6,23
MO ⁶	58,93	70,61	60,09	68,15	79,78	<,0001	0,0022	0,5207	<,0001	4,53
PB ⁷	68,64	74,70	65,15	74,49	84,75	<,0001	0,0076	0,1099	0,0002	4,96
EE	82,51	87,24	84,27	85,04	94,99	0,0002	0,8811	0,5550	0,1438	5,87
FDN	52,82	57,53	53,97	64,46	69,50	0,0002	0,0024	0,7459	0,1859	10,19
CNF ⁸	59,21	84,84	72,83	88,11	81,68	0,0037	<,0001	<,0001	<,0001	4,80

^{1/}Silagem de milho x dietas à base de cana; ^{2/}Cana-de-açúcar x silagens de cana-de-açúcar; ^{3/}Efeito linear da inclusão de cal na silagem de cana-de-açúcar; ^{4/}Efeito quadrático da inclusão de cal na silagem de cana-de-açúcar. ^{5/} $\hat{Y} = 47,92 + 40,25 \text{ cal} - 24,63 \text{ cal}^2$; ^{6/} $\hat{Y} = 58,94 + 30,37 \text{ cal} - 19,71 \text{ cal}^2$; ^{7/} $\hat{Y} = 68,64 + 18,48 \text{ cal} - 13,86 \text{ cal}^2$; ^{8/} $\hat{Y} = 59,21 + 59,25 \text{ cal} - 33,45 \text{ cal}^2$, MO= matéria orgânica; PB= proteína bruta; EE= extrato etéreo; FDN= fibra solúvel em detergente neutro; CNF= carboidratos não fibrosos.

Aditivos alcalinos são utilizados na busca de incremento na digestibilidade da cana-de-açúcar, visto que, provocam expansão da celulose com redução nas ligações intermoleculares das pontes de hidrogênio, que ligam a molécula de celulose e hemicelulose com conseqüente solubilização e aumento da digestibilidade dessas frações (Jackson, 1977; Klopfenstein, 1980 e Van Soest, 1987).

De fato, a inclusão de cal a níveis próximos a 0,75% resultou em incremento na digestibilidade da matéria seca. Por outro lado maiores níveis não propiciaram melhorias nas digestibilidades dos nutrientes (Tabela 5). Cavali (2006) também observou comportamento quadrático para a digestibilidade *in vitro* da matéria seca, no entanto, estimou valor máximo com o nível de cal de 1,8%, diferente do valor observado neste estudo. Por outro lado, Lima et al. (2007) observaram efeito linear crescente dos níveis de cal sobre a digestibilidade aparente da matéria seca.

Segundo os autores, os aumentos na digestibilidade da matéria seca de volumosos tratados com produtos alcalinos, normalmente, estão relacionados ao aumento no consumo de matéria seca, redução nos consumos de fibra em detergente neutro e aumento na digestibilidade destes constituintes. Assim pode-se inferir que a melhora na digestibilidade da matéria seca com a inclusão de 0,75% de cal ocorreu em função da solubilização parcial dos constituintes da parede celular retratado pelos menores valores de celulose e hemicelulose nessas silagens.

Balieiro Neto et al. (2007), avaliando a utilização da cal como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar em três diferentes níveis (0,5, 1 e 2%), verificaram que utilização da cal nas doses de 0,5 e 1% não foi eficiente em reduzir o consumo de carboidratos não-fibrosos durante a fermentação, já a dose de 2% do aditivo aumentou a recuperação de carboidratos não-fibrosos na abertura do silo. Observaram também que a utilização do aditivo promoveu redução nos teores de fibra, aumento de digestibilidade e incremento da preservação de carboidratos não-fibrosos após a abertura do silo e que o aditivo no nível de 1% foi capaz de aumentar a digestibilidade, reduzir os constituintes da parede celular, manter

teores de FDN e hemicelulose após abertura do silo e promover maior estabilidade da composição química e melhor qualidade da silagem.

Na Tabela 6 estão apresentadas as médias observadas para eficiência microbiana expressa por kg de NDT consumido (EFIC), a concentração de nitrogênio uréico no soro (NUS), as quantidades de N na urina (NU) e nas fezes (NF) e o balanço de compostos nitrogenados (BN).

Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) entre as dietas avaliadas quanto à eficiência de síntese de proteína microbiana. Os valores encontrados estiveram pouco abaixo do valor de 130 g PBmic/kg NDT preconizado pelo NRC (2001). Por outro lado, os valores encontrados no presente estudo estão bastante próximos ao valor de 120 g PBmic/kg NDT recomendado pelo BR-CORTE (Valadares Filho et al, 2010b) para condições tropicais.

Observam-se maiores concentrações ($P<0,05$) de nitrogênio uréico no soro e quantidades de nitrogênio ingerido e de N excretado nas fezes nos animais que consumiram dietas à base de silagem de milho quando comparadas àquelas concentrações encontradas nos animais que consumiram dietas com cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada. A inclusão de cal na silagem de cana-de-açúcar não alterou ($P>0,05$) o nitrogênio uréico no soro.

Existe correlação positiva entre ingestão de N e concentração de uréia no plasma (Preston et al., 1965). Segundo Valadares et al. (1997), as concentrações de compostos nitrogenados no plasma (NP) e NU estão relacionadas, sendo que valores entre 14,0 e 16,0 mg/dL de NP, representariam limites a partir dos quais estariam ocorrendo perdas de proteína dietética.

Tabela 6 – Médias ajustadas e coeficientes de variação (CV) obtidas para eficiência microbiana por kg de NDT consumido (EFIC - gPBmic/100g de NDT), nitrogênio uréico no soro (NUS – mg/dL), N ingerido (NI – g/dia), na urina (NU – g/dia) e nas fezes (NF – g/dia), balanço de nitrogênio (BN), obtidas para dietas experimentais.

Item	Dietas Experimentais					Contrastes				CV (%)
	Silagem de cana-de-açúcar (% cal)			Cana-de-açúcar	Silagem de milho	A ¹	B ²	C ³	D ⁴	
	0,0	0,75	1,50							
EFIC	10,76	11,32	12,62	11,73	12,79	0,1914	0,8620	0,1095	0,7029	16,37
NUS	11,47	13,73	13,00	13,64	20,21	<,0001	0,3961	0,2457	0,1923	15,50
NI ⁵	76,82	104,6	86,4	107,2	147,2	<,0001	0,0013	0,0734	0,0021	20,17
NU ⁶	29,22	50,68	41,33	50,55	67,59	0,5601	0,6943	<,0001	0,0006	25,35
NF	38,03	36,95	31,43	40,62	52,95	0,0153	0,0004	0,6378	0,1895	27,62
BN ⁷	9,57	16,96	13,63	16,03	26,65	<,0001	<,0001	0,7351	0,0032	18,06

^{1/}Silagem de milho x dietas à base de cana; ^{2/}Cana-de-açúcar x silagens de cana-de-açúcar; ^{3/}Efeito linear da inclusão de cal na silagem de cana-de-açúcar; ^{4/}Efeito quadrático da inclusão de cal na silagem de cana-de-açúcar. ^{5/} $\hat{Y} = 74,38 + 48,28\text{cal} - 28,92\text{cal}^2$; ^{6/} $\hat{Y} = 36,22 + 29,12\text{cal} - 16,11\text{cal}^2$; ^{7/} $\hat{Y} = 7,12 + 21,98\text{cal} - 13,3\text{cal}^2$

Comportamento quadrático foi observado para consumo de nitrogênio e a excreção urinária com inclusão de cal nas silagens de cana-de-açúcar, estimando-se máximas concentrações para os níveis 0,83 e 0,90% de cal, respectivamente.

O balanço de nitrogênio (BN) foi maior ($P < 0,05$) nos animais que consumiram dietas com silagem de milho. Da mesma forma, os animais que consumiram cana-de-açúcar *in natura* apresentaram melhor ($P < 0,05$) BN em relação às silagens de cana-de-açúcar. Por outro lado, a inclusão de cal nas silagens de cana-de-açúcar propiciou comportamento quadrático sobre esta variável, com máximo valor estimado com o nível de 0,83% de cal.

Vale ressaltar que, independente das dietas avaliadas, não foi verificado BN negativo, o que é indicativo de que o consumo de PB atendeu as exigências protéicas dos animais. Nesta situação, segundo Dias et al. (2000) além do não atendimento das exigências protéicas dos animais, desbalanços de energia e proteína nas dietas podem ocorrer, que possivelmente resultariam em mobilização de tecidos corporais.

O maior balanço observado com a dieta contendo silagem de milho em relação às dietas com cana-de-açúcar *in natura* e suas silagens, pode ser explicado pelo fato do maior aporte de compostos nitrogenados que resultaram em maior retenção de N no organismo do animal (Dias et al., 2000).

Foi observado maior peso corporal final, maior desempenho e melhor conversão alimentar ($P < 0,05$) nos animais que consumiram a dieta à base de silagem de milho (Tabela 7). Da mesma forma, os animais que consumiram dietas contendo cana de açúcar *in natura* apresentaram maior peso corporal final, maior desempenho e melhor conversão alimentar ($P < 0,05$) que os animais que consumiram dietas à base de silagem de cana-de-açúcar.

Não foi observado efeito ($P > 0,05$) da inclusão de cal nas silagens de cana-de-açúcar. No entanto, vale destacar que a dieta contendo silagem com 0,75% de cal propiciou incremento no desempenho de aproximadamente 46% em relação à silagem de cana-de-açúcar sem o aditivo.

Considerando as exigências totais de proteína bruta (manutenção + ganho de peso) recomendadas pelo Br-Corte (Valadares Filho et al. 2010b), observou-se que os ganhos de peso dos animais estiveram próximos dos valores estimados. Desta forma, os consumos de proteína bruta propiciados por cada dieta (Tabela

4) foram suficientes para os ganhos de peso dos animais. Tomando-se como exemplo a dieta contendo cana-de-açúcar *in natura*, foi observado consumo de 670g de PB (Tabela 4) e ganho de peso de 527g. Este valores estão próximos aos recomendados pelo BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2010b) para uma novilha nelore de 300kg de peso coporal (Consumo de 666,02g de PB para ganho de 500g).

Comparando dietas contendo silagem de milho e dietas à base de cana-de-açúcar para novilhas de leite, Andrade (1999) observou ganho de 1,0 kg/dia para dietas com cana-de-açúcar enquanto que os animais alimentados com silagem de milho ganharam 1,2 kg/dia. Segundo os autores, esta diferença no desempenho se deveu ao menos consumo de MS e NDT observado nos animais que receberam dietas contendo cana-de-açúcar.

De forma similar, Gallo et al. (2000) observaram menor consumo de MS em novilhas que consumiram dietas contendo cana-de-açúcar em comparação às que receberam dietas contendo silagem de milho.

Por outro lado, Fernandes et al. (2007), em estudo envolvendo animais Canchim alimentados com 40% de cana-de-açúcar ou silagem de milho, não observaram diferença de desempenho (médias de 1,42 e 1,43 kg/dia, respectivamente), confirmando o potencial de uso dessa forrageira em dietas com elevada participação de concentrados.

O desempenho animal é determinado por vários fatores, sendo o consumo o mais importante deles, pois determina o nível de ingestão de nutrientes. Segundo Rohr e Daenicke (1984), o GMD é uma medida indispensável para se estimar o desenvolvimento do animal nos processos alimentares e sistemas de produção.

Ressalta-se que os animais que receberam a dieta contendo silagem de cana-de-açúcar sem cal tiveram consumo de matéria seca inferior aos que receberam silagem de cana-de-açúcar contendo 0,75% de cal.

É também importante observar os animais que consumiram a dieta contendo silagem de cana-de-açúcar com 0,75% de cal tiveram melhor balanço de nitrogênio, inferindo que houve maior retenção de proteína no organismo animal, proporcionando condições favoráveis para melhores ganhos de peso em relação às outras silagens de cana-de-açúcar.

Tabela 7 – Médias ajustadas e coeficientes de variação (CV) obtidas para peso corporal inicial (PCI - kg) e final (PCF - kg), conversão alimentar (CA) e ganho médio diário (GMD – kg/dia).

Diets Experimentais										
Item	Silagem de cana-de-açúcar (% cal)					Contrastes				CV (%)
	0,0	0,75	1,50	Cana-de-açúcar	Silagem de milho	A ¹	B ²	C ³	D ⁴	
PCI	275,67	274,58	265,92	276,00	274,58	---	---	---	---	---
PCF	294,67	310,17	296,67	320,25	353,58	<,0001	<,0001	0,5065	0,0565	16,52
CA	17,89	12,10	12,86	10,80	8,34	<,0001	0,0033	0,5154	0,0665	17,02
GMD	0,227	0,423	0,367	0,527	0,942	<.0001	0,0048	0,0709	0,0599	25,86

^{1/}Dieta com Silagem de milho x dietas à base de cana; ^{2/}Dieta baseada em Cana-de-açúcar x dieta contendo silagens de cana-de-açúcar;

^{3/}Efeito linear da inclusão de cal na silagem de cana-de-açúcar; ^{4/}Efeito quadrático da inclusão de cal na silagem de cana-de-açúcar.

Os animais que receberam dieta contendo silagem de cana-de-açúcar com 1,5% de cal apresentaram desempenho 13,24% inferior aos animais que consumiram dieta à base de silagem de cana-de-açúcar com 0,75% de cal. Esta redução na taxa de ganho de peso pode ser em parte explicada pelo excesso de cálcio da dieta destes animais.

De acordo com Technical Committee on Responses to Nutrients – TCORN, (1991) citado por Mota et al. (2008), os bovinos apresentam grande tolerância à ingestão de Ca em excesso às suas necessidades, desde que os requisitos de P estejam atendidos, no entanto, relações Ca:P superiores a 8:1 podem comprometer o desempenho.

Neste sentido, Domingues et al. (2008) avaliaram a concentração de macrominerais da cana-de-açúcar tratada com doses crescentes de cal virgem (CaO). Neste estudo a relação Ca:P teve grande variação, onde para a cana sem cal (0,0%) a relação Ca:P foi de 1,85:1 esta relação é muito próxima da ideal (2:1). Ao adicionarem quantidades crescentes de cal à cana-de-açúcar verificaram aumento na relação Ca:P, sendo, as relações encontradas 10,70:1; 18,07:1; 30,65:1 e 36,46:1; para as doses 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0% respectivamente. Segundo os autores, deve-se ressaltar que para os cálculos apresentados para a relação Ca:P foram levados em consideração os percentuais brutos de cada mineral na cana-de-açúcar hidrolisada, isto é, sem as suas respectivas biodisponibilidades o que pode alterar um pouco esta relação.

Com base neste trabalho observa-se que a aplicação de cal promove elevação nos teores de Ca e uma grande variação na relação Ca:P. Desta forma, a falta de atenção ao conteúdo de minerais de dietas contendo a cana-de-açúcar com cal como volumoso pode elevar a concentração de Ca e da relação Ca:P.

De acordo com Challa e Braithwaite (1988), um fator para redução da absorção de fósforo ingerido ocorre quando dietas apresentam reação Ca:P acima de 5:1, pois resulta na precipitação do fosfato no trato digestivo. Desta forma, pode resultar em menor desempenho e problemas reprodutivos nos animais.

Segundo Wise et al. (1963), ruminantes toleram grandes variações na razão Ca:P da dieta, sem apresentar depressão no desempenho ou na conversão alimentar. No entanto, de acordo com Young et al. (1996) este fato ocorreria a

menos que submetidos a dietas deficientes em fósforo, em que razões Ca:P reduzem a absorção do fósforo.

De fato, o consumo de cálcio afeta a absorção de fósforo. Field et al., (1983), investigaram o efeito de diferentes proporções de cálcio e fósforo na absorção do fósforo em ovinos. Os níveis estudados foram 1,5; 3,1 e 6,2 g de fósforo e 3,4 ou 5,4 g de cálcio, sendo que as proporções Ca:P variaram de 0,6 a 3,6. Com os níveis mais elevados de cálcio, a absorção de fósforo foi reduzida em 18%, o que pode ser explicado em parte pela formação de sais com baixa solubilidade.

A injeção de cálcio nos animais resultou em aumento na retenção de cálcio pelo esqueleto, e leva a maior necessidade em fósforo. Como consequência, ocorre maior absorção de fósforo e menor perda endógena fecal (Braithwaite, 1984). Não é claro se essa redução na perda de fósforo endógeno fecal é decorrente da menor secreção de fósforo no trato, via saliva, ou se resulta de aumento na eficiência absorptiva de fósforo, que afetaria tanto o fósforo da dieta como da saliva.

De acordo com Rajaratne et al, (1994), o aumento da absorção e retenção de fósforo em consequência da maior retenção de cálcio, ocorre por uma maior eficiência de absorção e não por redução na secreção do fósforo endógeno no trato digestório.

Existe forte relação entre os metabolismos do Ca e do P, pois esses minerais são regulados por mecanismos biológicos e físico-químicos idênticos. Eles estão presentes nos ossos na forma de sais de hidroxiapatita, na proporção 2:1 (Ca:P), e devido à relação estática desses minerais nos ossos, os efeitos do metabolismo do cálcio relativos à absorção ou reabsorção óssea podem alterar as concentrações de P no sangue (Valk, et al., 2000).

A regulação desses minerais é influenciada por dois hormônios importantes: o hormônio da paratiróide (PTH) e a 1,25 dihidroxivitamina D (1,25(OH)₂D), que é o metabólico da vitamina D produzido nos rins (Horst, 1986). Dua e Care (1999) observaram que a infusão de fosfato no rúmen de ovinos aumentou a absorção de Ca através da parede do rúmen e sugeriram que a mudança da proporção entre o P e o Ca no sangue provavelmente interfere na secreção do PTH circulante, que aumenta em resposta à infusão de fosfato.

O $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ é considerado a forma hormonal da vitamina D, uma vez que cumpre os critérios empregados para os hormônios, ou seja, é produzido em um local (no rim) e atuará em outro lugar (intestino, ossos e dentes, como tecido de destino), sendo a sua produção regulada por um mecanismo de retroalimentação (Zeola & Geron, 2006).

Em situação de hipercalcemia ocorre a supressão da secreção de PTH e conseqüente redução da síntese de $1,25$ dihidroxivitamina D, com resultante diminuição da reabsorção renal de cálcio, da mobilização do cálcio do osso e da absorção do cálcio pelo intestino.

Segundo Zeola & Geron (2006) o modo de ação do $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ ainda não é muito compreendido, mas acredita-se que atue como hormônio estereóide através da síntese de RNAm. Neste caso, o excesso de cálcio circulante é “sentido” pelo CaR, que, uma vez ativado, sinaliza a informação para a célula paratiroideana secretar menos PTH.

A hipercalcemia também estimula diretamente a secreção de calcitonina pelas células C tiroideanas através de um mecanismo de feedback positivo. A calcitonina possui um efeito hipocalcêmico modesto em circunstâncias normais, quando comparado aos efeitos do PTH e da $1,25$ dihidroxivitamina D.

Assim, esses 3 hormônios calciotrópicos agem em seus órgãos efetores, principalmente osso, intestino e rins, alterando o transporte dos íons cálcio para o interior ou para o exterior do fluido extracelular, modulando desta forma a manutenção da homeostase desse íon (Brown, 1999; Hauache, 2001).

Desta forma, cálcio, fósforo e vitamina D apresentam sinergia uma vez que 80% do P associa-se ao cálcio na forma de hidroxiapatita (Silva, 1995) e a vitamina D incrementa a absorção intestinal do Ca e P da dieta.

Conforme destacado anteriormente, animais ruminantes, diferentemente dos monogástricos, toleram maiores diferenças na proporção Ca:P da dieta, que podem variar de 1:1 a 5:1, conquanto que a quantidade de P fornecida na dieta seja adequada. No presente estudo, a relação Ca:P das dietas contendo silagem de cana-de-açúcar foram de 1,5:1; 3,3:1 e 5,6:1, respectivamente, para os níveis 0,0; 0,75 e 1,5% de cal.

Assim, considerando as observações anteriormente apresentadas, a queda de desempenho observada nos animais que receberam dieta com silagem de

cana-de-açúcar com 1,5% de cal também pode ser devido ao problema de excesso de cálcio ingerido e seus desbalanço com o nível de fósforo ingerido.

A velocidade de crescimento também é conseqüência da maior quantidade de energia ingerida (Bond et al., 1972) e da maior digestibilidade dos nutrientes pelos animais que se alimentaram com dietas contendo maior proporção de concentrado.

Considerando a importância da fermentação microbiana na digestão em ruminantes, é importante a avaliação do nitrogênio disponível para a absorção pelo animal (Valadares et al., 1997). De acordo com Silva e Leão (1979), o balanço de nitrogênio é um método de avaliação dos alimentos e do estado nutricional do corpo do animal e consiste em determinar a ingestão de nitrogênio e todas as suas perdas pelo corpo, inclusive na pele e nos pêlos.

Neste contexto, pode-se observar que as dietas que propiciaram maior consumo de energia (Tabela 4) e melhor balanço de nitrogênio (Tabela 7), foram as que apresentaram melhor desempenho e conversão alimentar.

CONCLUSÕES

O consumo de energia e conseqüentemente o desempenho de novilhas em crescimento alimentadas com silagem de milho é melhor que aquelas alimentadas com cana-de-açúcar

O uso da silagem de cana-de-açúcar sem aditivo resulta em menor consumo de energia.

O nível de cal que resultou em melhor consumo de energia situa-se próximo de 0,8%.

LITERATURA CITADA

- ALCÁNTARA, E.; AGUILERA, A.; ELLIOT, R. et al. Fermentation and utilization by lambs of sugarcane harvested fresh and ensiled with and without NaOH. 4. Ruminant kinetics. **Animal Feed Science and Technology**, v.23, p.323-331, 1989.
- ANDRADE, M.A.F. **Desempenho de novilhas holandesas alimentadas com cana-de-açúcar como forrageira única**. 1999. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, 56p, 1999.

- BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G. R.; REIS, R. A. et al. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.36, p.1231-1239, 2007.
- BOND, J., HOOVEN JR., N.W., WARNICK, E.J. et al. Influence of breed and plane of nutrition on performance of dairy, dual-purpose and beef steers. II. from 180 days of age to slaughter. **Journal of Animal Science**, v.34, n.6, p.1046-1053, 1972.
- BRAITHWAITE, G.D. Some observations of phosphorus homeostasis and requirements of sheep. **Journal of Agricultural Science**, v.102, p.295-306, 1984.
- BROWN, E.M. Physiology and pathophysiology of the extracellular calcium sensing receptor. **American Journal of Medicine**, n.106, p.238-253, 1999.
- CASTRILLÓN, M.V.; SHIMADA, A.S.; CALDERÓN, F.M. Manipulación de la fermentación en ensilajes de caña de azúcar y su valor alimenticio para borregos. **Técnica Pecuária en México**, v.35, p.48-55, 1978
- CAVALI, J. **Cana-de-açúcar ensilada com óxido de cálcio, capim-elefante ou inoculante bacteriano**. 2006. 60f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- CHALLA, J.; BRAITHWAITE, G.D. Phosphorus and calcium metabolism in growing calves with special emphasis on phosphorus homeostasis. 1. Studies of the effect of changes in the dietary phosphorus intake on phosphorus and calcium metabolism. **Journal of Agricultural Science**, v.110, n.3, p.573-581, 1988.
- CHEN, X.B.; GOMES, M.J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives-an overview of the technical details. Occasional publication. **Buchsbund Aberdeen**. Ed. Rowett Research Institute. 21p., 1992.
- CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C; VALADARES, R.F.D. et al. Determination of creatinine excretion and evaluation of spot urine sampling in Holstein cattle. **Livestock Science**, v.113, p.218-225, 2008.
- CORRÊA, C.E.S.; PEREIRA, M.N.; OLIVEIRA, S.G. et al. Performance of holstein cows fed sugar cane or corn silages of different grain textures. **Scientia Agricola**, v.60, n.4, p.621-629, 2003.
- DIAS, H. L. C.; VALADARES FILHO, S., C.; SILVA, J. F. C. et al. Eficiência de síntese microbiana, pH e concentrações ruminiais de amônia em novilhos F₁ Limousin x Nelore alimentados com dietas contendo cinco concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.555-563, 2000.
- DOMINGUES, F.N.; OLIVEIRA, M.D.S.; MOTA, D.A. ET AL. Concentração de macrominerais da cana-de-açúcar tratada com doses crescentes de cal virgem (CaO) e diferentes tempos de exposição ao ar. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45, 2008, Lavras. CD-ROM... **Lavras**: SBZ, 2008 (Nutrição de Ruminantes).
- DUA, K., CARE, A.D., The role of phosphate on the rates of mineral absorption from the forestomach of sheep. **Veterinarian Journal**, n.157, p.51-55, 1999.

- FERNANDES, A.R.M.; SAMPAIO, A.A.M.; HENRIQUE, W. et al. Avaliação econômica e desempenho de machos e fêmeas Canchim em confinamento alimentados com dietas à base de silagem de milho e concentrado ou cana-de-açúcar e concentrado contendo grãos de girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.855-864, 2007.
- FIELD, A.C. Maintenance requirement of phosphorus and absorbability of dietary phosphorus in sheep. **Journal of Agricultural Science**, v.100, p.231-33, 1983.
- FREITAS, A.W.P.; PEREIRA, J.C; ROCHA, F.C. et al. Características da silagem de cana-de-açúcar tratada com dois inoculantes e enriquecida com resíduo de soja. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, Campo Grande, 2004. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. CDROM.
- HAUACHE, O.M. Extracellular calcium-sensing receptor: structural and functional features and association with diseases. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, n.34, p.577-584, 2001.
- GALLO, P.C.S.; PEREIRA, MN.; ANDRADE, M.A.F. Effects of dietary sugarcane concentration on heifer growth. **Journal of Dairy Science**, v.38, p.114-, 2000.
- JACKSON, M.G. Review article. The alkali treatment os straws. **Animal Feed Science and Technology**, v.2, n.2, p.105-130, 1977.
- JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, A.R.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.101-119, 2007. Supl.
- KLOPFENSTEIN, T. Increasing the nutritive value of crop residues by chemical treatment. In: HUBER, J.T. (Ed). **Upgrading residues and by-products for animals**. Boca Raton: CRC Press, 1980. p.40-60.
- LIMA, J.A.; CUNHA, E. A.; FERRARI JUNIOR, E. et al. Silagem de cana-de-açúcar aditivada com hidróxido de cálcio. **Boletim de Indústria Animal**, v. 64, p. 329-338, 2007.
- MAGALHAES, 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**, vol.35, n.2, p. 591-599, 2006.
- MAGALHÃES, K.A.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Produção de proteína microbiana, concentração plasmática de uréia e excreções de uréia em novilhos alimentados com diferentes uréia ou casca de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1400-1407, 2005.
- MENEZES, G.C.C.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, et al. Taxas de passagem e de digestão obtidas com o esvaziamento ruminal em bovinos alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L) ou silagem de milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 47, 2010, Bahia, BA. **Anais...** Bahia:SBZ/ UFBA, 2010 (CD-ROM).
- MOTA, D.A.; OLIVEIRA, M.D.S DOMINGUES, F.N. et al Teores de macrominerais da cana-de-açúcar *in natura* (*Saccharum officinarum* L.) submetida ou não a hidrólise com diferentes tipos de cales. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE

- BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45, 2008, Lavras. CD-ROM... **Lavras: SBZ, 2008 (Nutrição de Ruminantes).**
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle.** 7th ed. Washington: National Academy Press, 2001. 381p.
- NUSSIO, L.G.; ROMANELLI, T.L.; ZOPOLLATTO, M. Tomada de decisão na escolha de volumosos suplementares para bovinos de corte em confinamento. In: CBNA (Ed.). **V Simpósio Goiano sobre manejo e nutrição de bovinos de corte e leite.** Campinas: CBNA, 2003. p.1-14.
- OBA, M.; ALLEN, M.S. Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: Effects on dry matter intake and milk yield of cows. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.3, p.589-596, 1999.
- OLIVEIRA, M. W.; MENDES L.C.; MARQUES W.P. et al.. Adição de hidróxido de cálcio à silagem de cana. **Anais...ZOOTEC 2004, Brasília, DF.**
- PEDROSO, A. F.; SCHIMIDT, P.; NÚSSIO, L. G. Silagem de cana-de-açúcar no confinamento de bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA DE CORTE, 5, 2004, Piracicaba. **Anais...Piracicaba:FEALQ, 2004. p. 243-259.**
- PEREIRA, E.S.; QUEIROZ, A.C.; PAULINO, M.F. et al. Determinação das frações protéicas e de carboidratos e taxas de degradação *in vitro* da cana-de-açúcar, da cama de frango e do farelo de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1887-1893, 2000.
- PRESTON, R.L.; SCHNAKENBERG, D.D.; PFANDER, W.H. Protein utilization in ruminants. I. Blood urea nitrogen as affected by protein intake. **Journal of Nutrition**, v.68, p.281-288, 1965.
- RAJARATNE, A.A. J.; SCOTT, D.; BUCHAN, W. Effect of a change in phosphorus requirement on phosphorus kinetics in the sheep. **Research in Veterinary Science**, Oxford, v.56, p.262-264, 1994.
- ROHR, K., DAENICKE, R. Nutritional effects on the distribution of live weight as gastrointestinal tract fill and tissue components in growing cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, n.3, p.753-795, 1984.
- ROMAN, J.; JOBIM, C.C.; RESENDE, F.D. et al. Estratégias de alimentação com silagem de milho ou silagem de cana-de-açúcar e o desempenho de bovinos de corte em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 45., 2008, Lavras, MG. **Anais... Lavras:SBZ/ UFLA, 2008 (CD-ROM).**
- RESENDE, F.D.; SIGNORETTI, R.D.; COAN, R.M. et al. **Terminação de bovinos de corte com ênfase na utilização de alimentos conservados.** In: REIS, R.A.; SIQUEIRA, G.R.; BERTIPAGLIA, L.M.A. (Eds). Volumosos na produção de ruminantes. Jaboticabal: Funep, p.83-104, 2005.
- SILVA, J.F.C. Exigências de macroelementos inorgânicos para bovinos: O sistema ARC/AFR e a experiência no Brasil In: Simpósio Internacional sobre Exigências Nutricionais de Ruminantes, 1995, Viçosa. **Anais**, UFV, p. 467-504.
- SILVA, C, J.F., LEÃO, M.I. **Fundamentos da nutrição de ruminantes.** Piracicaba: Livrocere, 1979. 384p

- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. de. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577,1992.
- VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, S. C.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.12, p.2686-2696, 1999.
- VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; SAMPAIO, I.B. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Concentrações de uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1270-1278, 1997.
- VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L et al. Otimização de dietas à base de cana-de-açúcar In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 6., SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 1., 2008, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: SIMCORTE, p.361-411, 2008.
- VALADARES FILHO, S.C.; MORAES, E.H.B.K.; DETMANN, E. et al. Perspectivas do uso de indicadores para estimar o consumo individual de bovinos alimentados em grupo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais.** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.291-322, 2006.
- VALADARES FILHO, S.C.; MACHADO, P.A.S.; CHIZZOTTI, M.L. et al. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos.** 2ed. Viçosa-MG, 502p, 2010a.
- VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I; CHIZZOTTI, M.L. et al. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados: BR-CORTE.** 2ed. Viçosa-MG, 193p, 2010b.
- VALK, H.; METCALF, J.A.; WITHERS, P.J.A. Prospects for minimizing phosphorus excretion in ruminants by dietary manipulation. **Journal of Environmental Quality**, v.29, p.28-36, 2000.
- VAN SOEST, P.J. Interactions of feeding behavior and forage composition. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GOATS, 4, 1987, Brasília. *Proceedings* ... Brasília, 1987, p.971-87.
- VERBIC, J.; CHEN, X.B.; MACLEOD, N.A. et al. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. **Journal of Agricultural Science**, v.114, n.3, p.243-248, 1990.
- WISE, M.B.; ORDOVEZA, A.L.; BARRICK, E.R. Influence of variation in dietary calcium: phosphorus ratio on performance and blood constituents of calves. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.79, p.79-84, 1963.
- WOOLFORD, M.K. **The silage fermentation.** New York: Marcel Dekker, 1984. 350p.

ZEOLA, L.M.; GERON, L.J. Vitaminas. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes**, P.355 – 395, 2006.