

FELIPE ANTUNES MAGALHÃES

CANA-DE-AÇÚCAR ENSILADA COM DIFERENTES GRAUS BRIX COM OU SEM ÓXIDO DE CÁLCIO E SILAGEM DE MILHO EM DIETAS PARA BOVINOS DE CORTE

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2010

FELIPE ANTUNES MAGALHÃES

CANA-DE-AÇÚCAR ENSILADA COM DIFERENTES GRAUS BRIX COM OU SEM ÓXIDO DE CÁLCIO E SILAGEM DE MILHO EM DIETAS PARA BOVINOS DE CORTE

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

APROVADA: 19 de fevereiro de 2010

Prof. Odilon Gomes Pereira
(Coorientador)

Prof. Mário Fonseca Paulino

Prof. Lúcio Carlos Gonçalves

Prof. Pedro Veiga Rodrigues Paulino
(Coorientador)

Prof. Sebastião de Campos Valadares Filho
(Orientador)

*Aos meus pais, Paulo
e Fátima pelo amor, carinho,
confiança e ensinamentos
durante toda minha vida.
Aos meus irmãos Leonardo e
Carolina pelo respeito e
companheirismo.
Dedico*

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Paulo e Fátima pelo amor, carinho, educação, preocupação e acima de tudo pelos valiosos ensinamentos de como enfrentar a vida sempre com dignidade e amor.

Aos meus irmãos Leonardo e Carolina pela união e companheirismo.

Aos familiares e amigos pelo carinho e incentivo.

Ao Professor Sebastião de Campos Valadares Filho pela excelente orientação e prontidão, que foram de fundamental importância para a concretização deste trabalho.

Aos Professores Odilon Gomes Pereira, Mário Fonseca Paulino e Pedro Veiga Rodrigues Paulino pelas colaborações e sugestões.

À Prof^ª. Maria Ignez Leão e ao Joelson pela contribuição e alegria.

Ao Professor Lúcio Carlos Gonçalves pelos ensinamentos desde a graduação até os dias de hoje.

Ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

Ao CNPq pela concessão da bolsa.

A Fapemig pelo financiamento de parte dessa pesquisa.

Ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Ciência Animal (INCT-CA) pelo apoio financeiro nessa pesquisa.

Ao grande Gustavo (Bicho doido) que me ensinou, ajudou sempre que precisei do começo ao fim deste trabalho.

Ao Douglas pela imensa ajuda na estatística, meu muito obrigado.

Aos amigos João Paulo (JP), Ivanna, Mateus, Rafael, Simone, Márcio, Douglas, Mozart e Luiz pela amizade, brincadeiras e ensinamentos.

Aos estagiários e bolsista de iniciação científica, Diego, Marcelo, Leandro, Laura, César, Paloma, Lays, Jarbas, Danielle e Koiti pela dedicação, esforço e amizade.

A todos os funcionários do Departamento de Zootecnia, em especial ao Natanael (Pum), Edson (informática), Marcelo e José Geraldo (Zezé) pelo auxílio na condução deste trabalho.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a concretização deste trabalho.

BIOGRAFIA

FELIPE ANTUNES MAGALHÃES, filho de Paulo César Magalhães e Maria de Fátima Antunes Magalhães, nasceu em Ipatinga, Minas Gerais, em 05 dezembro de 1984.

Em setembro de 2003, ingressou na Universidade Federal de Minas Gerais, onde obteve o título de Médico Veterinário, colando grau em Julho de 2008.

Em agosto de 2008, iniciou o curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Ruminantes, submetendo-se a defesa de dissertação em 19 de fevereiro de 2010.

CONTEÚDO

	Página
RESUMO	viii
ABSTRACT	xiii
INTRODUÇÃO	1
LITERATURA CITADA	12
Composição Química e Perdas Fermentativas da Cana-de-Açúcar Ensilada com Diferentes Graus Brix, com ou sem 0,5% de Óxido de Cálcio.....	16
Resumo.....	16
Abstract	18
Introdução	20
Material e Métodos	23
Resultados e Discussão	30
Conclusões	50
Literatura Citada	51
Silagem de Cana-de-Açúcar com Baixo e Alto Grau Brix, com ou sem 0,5% de Óxido de Cálcio e da Silagem de Milho em Dietas para Bovinos – Desempenho Produtivo ...	55
Resumo.....	55
Abstract	57
Introdução	59
Material e Métodos	60
Resultados e Discussão	71
Conclusões	91
Literatura Citada	93

Silagem de Cana-de-Açúcar com Baixo e Alto Grau Brix, com ou sem 0,5% de Óxido de Cálcio e da Silagem de Milho em Dietas para Bovinos – Digestibilidade.....	97
Resumo.....	97
Abstract.....	99
Introdução	101
Material e Métodos	102
Resultados e Discussão	110
Conclusões	124
Literatura Citada	125

RESUMO

MAGALHÃES, Felipe Antunes, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2010. **Cana-de-açúcar ensilada com diferentes graus Brix com ou sem óxido de cálcio e silagem de milho em dietas para bovinos de corte.** Orientador: Sebastião de Campos Valadares Filho. Coorientadores: Odilon Gomes Pereira e Pedro Veiga Rodrigues Paulino.

A cana-de-açúcar é uma forrageira muito utilizada na alimentação de ruminantes, porém seu uso *in natura* torna-se difícil em sistemas produtivos de maior porte. Com isso, a ensilagem seria uma forma de contornar este problema. No entanto, a fermentação alcoólica que ocorre na silagem de cana-de-açúcar diminui seu valor nutritivo. Neste sentido, foram realizados dois estudos: o primeiro avaliou o padrão fermentativo da silagem de cana-de-açúcar com diferentes graus Brix, tratada ou não com 0,5% de óxido de cálcio; o segundo estudo consistiu de quatro diferentes tratamentos, utilizados para estudar a silagem de cana-de-açúcar em comparação à silagem de milho. No primeiro estudo, objetivou-se avaliar o efeito da ensilagem de cana-de-açúcar com diferentes graus Brix (10,8; 12,0; 13,7; 14,5; 15,3; 16,3; 17,6; 18,7 e 20,9), com ou sem adição de 0,5% de óxido de cálcio sobre a composição química e perdas fermentativas das silagens. O experimento foi realizado em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 9x2, compondo 18 tratamentos, com 3 repetições. As silagens foram confeccionadas em silos experimentais a cada 15 dias, e as aberturas foram feitas após 30 dias de fermentação. À medida que o grau Brix do material que foi ensilado aumentou, ocorreu aumento ($P < 0,05$) dos teores de matéria seca (MS) e redução ($P < 0,05$) dos teores de cinzas (CZ), de proteína bruta (PB) e das fibras (FDN_{cp} e FDA_{cp}). Após a fermentação, o teor de MS da silagem apresentou aumento linear com o teor de grau Brix, sendo esse aumento correlacionado positivamente com o teor de cal, já os teores de CZ, PB, EE e FDN_{cp} reduziram linearmente ($P < 0,05$) com o aumento do grau Brix. As silagens tratadas apresentaram maiores teores de CZ e de EE, já os teores de FDN_{cp} e PB foram menores nas silagens com cal. O teor de FDA_{cp} sofreu redução linear para a silagem tratada, enquanto que para a silagem não tratada, observou-se comportamento quadrático com o aumento do Brix. A produção de etanol, em função do grau Brix, comportou-se de forma quadrática ($P < 0,05$) para as silagens sem cal, e de forma cúbica ($P < 0,05$) nas silagens com cal. As

silagens sem cal em comparação àquelas tratadas apresentaram teores médios de etanol de 3,92 e 0,69% na MS, respectivamente. Os teores de N-NH₃ para as silagens com cal apresentaram aumento linear ($P < 0,05$) com a elevação dos graus Brix, enquanto na silagem controle, não houve efeito ($P > 0,05$). As silagens tratadas ou não apresentaram pH médio de 3,98 e 3,50, respectivamente. Os teores de ácido acético e butírico não foram afetados ($P > 0,05$) pelos teores de cal e de graus Brix. As silagens sem tratamento apresentaram efeito linear decrescente ($P < 0,05$) para os teores de ácido propiônico à medida que o grau Brix aumentou. Quanto maior o valor do grau Brix, maiores ($P < 0,05$) foram as perdas totais de matéria seca nas silagens de cana-de-açúcar com e sem tratamento. Silagens sem óxido de cálcio apresentaram perdas médias de MS, por gases e efluente de 18,3%; 12,9% da MS e 137,7 Kg/t de MV, já para as silagens tratadas essas perdas foram de 11,3%; 5,3% da MS e 106,0 Kg/t de MV, respectivamente. No segundo estudo foram realizados três experimentos. No **experimento 1**, objetivou-se avaliar o efeito de dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com baixo (SCBB) e alto grau Brix (SCAB), com (T) ou sem a adição de 0,5% de óxido de cálcio, e silagem de milho (SM), com concentrado ofertado na base de 1% do peso corporal (PC) sobre os consumos, o desempenho e os rendimentos de cortes comerciais da carcaça de bovinos de corte em confinamento. Nesse experimento foram utilizados 35 bovinos machos, inteiros, mestiços Europeu-Zebu (Girolando), com peso corporal inicial médio (PC) de $350 \pm 32,96$ kg, dos quais cinco foram abatidos ao início do experimento (grupo referência), e os outros 30 foram distribuídos em blocos casualizados, com cinco tratamentos e seis blocos (repetições), sendo o peso corporal considerado como critério para blocos. No **experimento 2**, foram utilizados cinco bovinos inteiros, mestiços Europeu-Zebu (Girolando) com peso corporal médio inicial de $350 \pm 18,99$ kg, distribuídos num quadrado latino 5x5 incompleto, sendo os mesmos cinco tratamentos do experimento 1, cinco animais, e quatro períodos, com o objetivo de determinar as digestibilidades dos constituintes das dietas e a produção de proteína microbiana. Cada período experimental teve a duração de 21 dias, sendo dezoito para adaptação às dietas e três para as coletas de dados. Ao final do experimento 1, todos os animais foram abatidos e seus tratos gastrointestinais esvaziados para determinação do peso de corpo vazio (PCVZ). Com exceção dos consumos de fibra em detergente neutro (FDNcp) em % PC, a dieta contendo silagem de milho (SM) apresentou melhor ($P < 0,05$) consumo dos demais nutrientes e melhor ganho de peso (GP). Para as características de carcaça, apenas o rendimento de carcaça em relação ao PC e PCVZ

não foi afetado ($P>0,05$) pelas dietas, sendo as demais características de carcaça maiores ($P<0,05$) para a dieta contendo SM. Não houve diferença ($P>0,05$) entre as dietas contendo silagens de cana-de-açúcar para as características de carcaça. O consumo de MS e o GMD dos animais submetidos às dietas contendo SM e SC foram de 9,82 e 1,48 e de 7,65 e 0,93 kg/dia, respectivamente. Os animais que receberam a dieta contendo silagem de cana-de-açúcar com alto Brix (SCAB) apresentaram ($P<0,05$) menor consumo de fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) e FDNcp (% PC) em relação aos alimentados com a dieta contendo SCBB. Os animais da dieta contendo silagem de cana-de-açúcar com alto Brix tratada (SCTAB) apresentaram menor consumo ($P<0,05$) de FDNcp e FDNi (% PC) em relação aos da dieta com SCAB. Houve menor ($P<0,05$) número de acessos e maior tempo de permanência por acesso ao cocho para a dieta contendo SM. A dieta contendo SM apresentou maior digestibilidade ($P<0,05$) para os nutrientes, com exceção da proteína bruta (PB) e dos carboidratos não fibrosos (CNF) que não diferiram em relação às dietas contendo silagem de cana de açúcar. Entre as dietas contendo silagem de cana-de-açúcar, não houve ($P>0,05$) diferença para as digestibilidades, com exceção da dieta contendo SCTAB que apresentou maior digestibilidade da FDNcp ($P<0,05$) em relação à dieta contendo SCAB. Não houve efeito ($P>0,05$) das dietas contendo SC para a excreção de compostos nitrogenados na urina. No entanto, a dieta contendo SM apresentou menor excreção ($P<0,05$) desses compostos. Houve maior ($P<0,05$) síntese de proteína bruta microbiana na dieta contendo SM em relação às dietas contendo SC. Não houve diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos para a eficiência microbiana. No **experimento 3**, objetivou-se avaliar o efeito de dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com baixo e alto grau Brix, com ou sem 0,5% de óxido de cálcio e silagem de milho sobre as digestibilidades totais e parciais, os parâmetros ruminais (pH, N amoniacal, taxas de digestão e de passagem) e o balanço de compostos nitrogenados. Utilizaram-se cinco bovinos machos, inteiros, mestiços Europeu-Zebu (Girolando) fistulados no rúmen e no abomaso com PC médio inicial de $180 \pm 31,81$ kg, distribuídos em quadrado latino 5x5, sendo os cinco tratamentos (distribuídos em esquema fatorial 2x2+1) constituídos de dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com dois níveis de óxido de cálcio (0 ou 0,5% na base da matéria natural) e dois graus Brix (15 e 20°) e silagem de milho, sendo o concentrado ofertado na base de 1% do PC. Foram realizados cinco períodos experimentais de 14 dias cada, sendo sete dias para adaptação às dietas e sete dias para as coletas de dados. Os animais submetidos à dieta contendo silagem de milho (SM)

apresentaram maior ($P < 0,05$) consumo de matéria seca e dos nutrientes em relação aos animais que receberam dietas contendo silagens de cana-de-açúcar. Não houve diferença ($P > 0,05$) para os consumos entre as dietas contendo silagem de cana-de-açúcar, exceto para consumo de FDNcp (% PC), onde os animais submetidos à dieta contendo silagem de cana-de-açúcar tratada com baixo Brix (SCTBB) apresentaram menor consumo ($P < 0,05$) em relação aos da dieta contendo silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix (SCBB). Com exceção da digestibilidade aparente total dos CNF, houve maior digestibilidade aparente total ($P < 0,05$) para a MS e demais nutrientes para bovinos alimentados com a dieta contendo SM em relação àqueles recebendo dietas contendo silagem de cana-de-açúcar. Não houve diferença para digestibilidade aparente total ($P > 0,05$) da MS e dos nutrientes entre as dietas contendo silagem de cana-de-açúcar, com exceção da digestibilidade da FDNcp que foi menor para as dietas contendo SCAB em relação às dietas contendo SCBB. Não houve diferença ($P > 0,05$) para as digestibilidades ruminais e intestinais dos nutrientes entre as dietas contendo silagem de cana-de-açúcar. A dieta contendo SM apresentou maior ($P < 0,05$) digestibilidade ruminal da MS e intestinal do EE. Observaram-se maiores taxas de ingestão (ki) e de digestão (kd) ($P < 0,05$) para a MS e FDNcp para a dieta contendo SM em relação às dietas contendo silagens de cana-de-açúcar. As taxas de ingestão da FDNi não diferiram ($P > 0,05$) entre a dieta contendo SM com aquelas contendo silagens de cana-de-açúcar. Não houve diferença ($P > 0,05$) para as taxas (ki, kp e kd) da MS e da FDNcp entre as dietas contendo SC. As ki da FDNi foram menores ($P < 0,05$) para a dieta contendo SCTAB em relação à dieta contendo SCAB. Não houve diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos para as concentrações de nitrogênio uréico no soro, exceto para a dieta contendo SM que apresentou menor valor em relação às dietas contendo SC. Não houve diferença ($P > 0,05$) para síntese de compostos nitrogenados microbianos e síntese de proteína bruta microbiana ruminal nas dietas avaliadas. Os animais que receberam SM apresentaram menor ($P < 0,05$) eficiência de síntese microbiana do que os das dietas contendo SC. Conclui-se que o tratamento da cana-de-açúcar com 0,5% de óxido de cálcio na base da matéria natural, foi efetivo em reduzir a fermentação indesejada resultando em maior conservação do material ensilado. A dieta contendo SM propiciou maior consumo, digestibilidade da maioria dos nutrientes e desempenho em relação às dietas contendo SC. A utilização da cal durante a ensilagem da cana-de-açúcar ou o uso de cana-de-açúcar com 15 ou 20 graus Brix não altera o consumo, a digestibilidade e o

desempenho de bovinos de corte, assim sugere-se que a cana-de-açúcar pode ser ensilada com graus Brix variando de 15 a 20.

ABSTRACT

MAGALHÃES, Felipe Antunes, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2010. **Sugar cane ensilage with different Brix degrees with or without calcium oxide and corn silage in diets for beef cattle.** Advisor: Sebastião de Campos Valadares Filho. Co-Advisors: Odilon Gomes Pereira and Pedro Veiga Rodrigues Paulino.

The sugar cane is a type of forage very used to feed ruminants, but its use in nature becomes difficult in larger production systems. Thus, the ensilage would be a way to contour this problem and these difficulties. However, the alcoholic fermentation that occurs in the sugar cane silage reduces its nutritional value. In this way, two studies were conducted: the first one evaluated the fermentation pattern of sugar cane silage with different Brix degrees, treated or not with 0.5% of calcium oxide; the second study consisted in four different treatments, which were used to compare the sugar cane silage with the corn silage. In the first study aimed to evaluate the effect of sugar cane ensilage with different Brix degrees (10.8, 12.0, 13.7, 14.5, 15.3, 16.3, 17.6, 18.7 and 20.9), with or without the addition of 0.5% calcium oxide on the chemical composition and fermentation losses of silage. The trial was conducted in a randomized design in factorial 9x2, making 18 treatments with three replicates. The material was ensiled in experimental silos every 15 days, and they were opened after 30 days of fermentation. As the Brix degree of the ensiled material was increased, there was an increase ($P<0.05$) of dry matter (DM) and decreased ($P<0.05$) of ash (CZ), crude protein (CP) and fibers (NDFcp and ADFcp). After fermentation, the DM content of the silage presented linear increase in comparison to the Brix concentration, and this increase was positively correlated with the lime amount; on the other hand, the CZ, CP, and NDFcp levels were reduced ($P<0.05$) with the Brix increase. Amongst the treated silages there were higher levels of CZ and EE, but the NDFcp and CP contents were lower in the silages with lime. The FDAcp content suffered linear reduction for treated silage, while in the untreated silage, there was a quadratic answer. The ethanol production, according to the Brix degree, presented a quadratically reply ($P<0.05$) for the silages without lime, and cubically ($P<0.05$) in silages with lime. The silages without lime as compared to those treated showed average levels of ethanol of 3.92 and 0.69% in the DM, respectively. The N-NH₃ levels for silage with lime showed a linear increase ($P<0.05$) related to the Brix degree increasing, while in the control silage this effect did not occur ($P>0.05$).

The treated or untreated silages presented an average pH of 3.98 and 3.50, respectively. The acetic and butyric acid levels were not affected ($P>0.05$) by the lime content and Brix degree. The untreated silages had a linear decreasing effect ($P<0.05$) for propionic acid levels as the Brix degree were increased. The higher the Brix degree value were, the higher the total losses of dry matter in treated or not treated sugar cane silage were ($P<0.05$). Silage without calcium oxide presented average losses of DM, gases and effluent by 18.3%, 12.9% in the DM and 137.7 kg/t of FF, and for the treated silages these losses were 11.3%, 5.3% in the DM and 106.0 kg/t of FF, respectively. In the second study were done three experiments. In **experiment 1**, which aimed to evaluate the effect of diets containing sugar cane silage with low (SCBB) and high Brix degree (SCAB), with (T) or without addition of 0.5% of calcium oxide, and corn silage (CS), with concentrate offered on the base of 1% of body weight (BW) on the intake, performance and commercial cuts income of feedlot beef cattle. In this experiment were used 35 steers, European-Zebu crossbred, with an average initial body weight (BW) of 350 ± 32.96 kg, five of whom were slaughtered at the beginning of the experiment (reference group), and the other 30 were distributed in randomized blocks, with five treatments and six blocks (replicates), considering the body weight as a criterion for blocks. In **experiment 2** were used five steers, European-Zebu crossbred with an average initial body weight (BW) of 350 ± 18.99 kg, distributed in a 5x5 design incomplete Latin square, with the same five treatments of the first experiment, five animals, and four periods, with the objective to determine the digestibility of the constituents of the diets and the microbial protein production. Each experimental period had 21 days, eighteen of which to adaptation to the diets and three for data collection. At the end of experiment 1, all of the animals were slaughtered and their gastrointestinal tracts were emptied to determine the empty body weight (EBW). Apart from the neutral detergent fiber (NDFcp) intake in % BW, the diet containing corn silage (CS) showed better ($P<0.05$) intake of other nutrients from the diet and better weight gain (WG). For the carcass features, only the carcass income in relation to the BW and EBW was not affected ($P>0.05$) by the diets, and the other carcass features were higher ($P<0.05$) for the diets containing CS. It did not occur any difference ($P>0.05$) between the diets containing sugar cane silage (SC) for the carcass features. The DM intake and the ADG of animals fed with the diets containing CS and SC were 9.82 and 1.48 and of 7.65 and 0.93 kg/day, respectively. The animals that received the diet containing sugar cane silage with high Brix (SCAB) had ($P<0.05$) lower intake of indigestible neutral

detergent fiber (iNDF) and NDFcp (% BW), than those that received the diet containing SCBB. The animals that received the diet containing sugar cane silage treated with high Brix (SCTAB) had less intake ($P<0.05$) of NDFcp and iNDF (% BW), than those that received the one containing SCAB. There was lower ($P<0.05$) access number and greater time of stay for access to the trough, for the diet containing CS. The diet containing CS had higher digestibility ($P<0.05$) for all the nutrients, except for the crude protein (CP) and the non-fiber carbohydrates (NFC) which did not differ in comparison to the diets containing sugar cane silage. Among the diets containing sugar cane silage, there were no ($P>0.05$) difference in the digestibilities, with the exception for the diet containing SCTAB which had the higher NDFcp digestibility ($P<0.05$) compared with the diet containing SCAB. There were not any effect ($P>0.05$) of the diets containing SC on the excretion of nitrogenous compounds in urine. However, the diet containing CS showed lower excretion ($P<0.05$) of these compounds. There was higher ($P<0.05$) synthesis of microbial crude protein in the diet containing CS in comparison to the diets containing SC. There were no differences ($P>0.05$) among the treatments for microbial efficiency. In **experiment 3** the aim was to evaluate the effect of diets containing sugar cane silage with low and high Brix degree, with or without 0.5% of calcium oxide and corn silage on the totals and partials digestibilities, the ruminal parameters (pH, ammoniacal N, rates of digestion and passage) and the balance of nitrogenous compounds. There were used five steers, European-Zebu crossbred, ruminally and abomasally cannulated with average BW of 180 ± 31.81 kg, distributed in a 5x5 Latin Square, with the five treatments (arranged in a 2x2 factorial+1) consisting of diets containing sugar cane silage with two levels of calcium oxide (0 or 0.5% on the basis of natural materia) and two Brix degrees (15 and 20°) and corn silage, with the concentrate being offered on the basis of 1% of the BW. There were done five experimental periods of 14 days each, with seven days for diets adaptation and seven days for data collections. The animals submitted to the diet containing corn silage (CS) had higher ($P<0.05$) intake of dry matter and nutrients in comparison to those animals that received the diets containing sugar cane silages. There were no differences ($P>0.05$) for the intakes between the diets containing sugar cane silage, except for the NDFcp intake (% BW), in which case the animals submitted to a diet containing treated sugar cane silage with low Brix (SCTBB) showed a lower intake ($P<0.05$) compared to those whose diet contained sugar cane silage with low Brix (SCBB). Apart from the total apparent digestibility of NFC, there was greater total apparent digestibility ($P<0.05$) for the DM

and other nutrients for cattle fed with diet containing CS as compared with those receiving diets containing sugar cane silage. There was no difference in the total apparent digestibility ($P>0.05$) of the DM and nutrients between the diets containing sugar cane silage, except for the NDFcp digestibility that was lower for the diets containing SCAB in comparison to the diets containing SCBB. There was no difference ($P>0.05$) for the ruminal and intestinal digestibilities of the nutrients between the diets containing sugar cane silage. The diet containing CS had higher ($P<0.05$) ruminal digestibility of the DM and intestinal for the EE. It was possible to be observed that the ingestion rates (k_i) and digestion (k_d) ($P<0.05$) were higher for the DM and NDFcp for the diet containing CS in comparison to the diets containing sugar cane silages. The ingestion rates of iNDFcp did not differ ($P>0.05$) between the diet containing CS and those containing sugar cane silages. There was no difference ($P>0.05$) for the rates (k_i , k_p and k_d) of DM and NDFcp between the diets containing SC. The k_i rates of the iNDFcp were lower ($P<0.05$) for the diet containing SCTAB when compared to the diet containing SCAB. There was no difference ($P>0.05$) among the treatments for urea nitrogen concentrations in serum, except for the diet containing CS which showed the lowest value in comparison to the diets containing SC. There was no difference ($P>0.05$) for the microbial nitrogen compounds synthesis and rumen microbial crude protein synthesis in the diets studied. The animals that received CS presented lower ($P<0.05$) microbial synthesis efficiency than those with the diets containing SC. It is possible to be concluded that the treatment of the sugar cane with 0.5% calcium oxide at the natural material base was effective to reduce the unwanted fermentation resulting in a greater conservation of the ensilage material. The diet containing CS provided higher intake, digestibility of the most of nutrients and performance in comparison to the diets containing SC. The lime utilization during the sugar cane ensilage or the use of sugar cane with 15 or 20 Brix degrees did not alter the intake, the digestibility and the performance of beef cattle, so it suggests that the sugar cane can be ensiled with Brix degrees varying from 15 to 20.

INTRODUÇÃO

Estudo divulgado pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) com base em dados de 2008 indicou que o efetivo de bovinos no Brasil foi de 202,287 milhões de cabeças, tendo um crescimento de 1,3% em relação a 2007, ou seja, um aumento de 2,535 milhões de cabeças. Este foi o primeiro resultado positivo após dois anos sucessivos de redução do rebanho em 2006 e 2007. Mesmo assim, o Brasil possui o maior rebanho bovino comercial e é o maior exportador de carne bovina do mundo.

No Brasil, predomina o sistema extensivo de criação de bovinos, onde as pastagens constituem o principal alimento. Isso torna o sistema mais prático e de menor custo de produção. No entanto, aproximadamente 80% da matéria seca das forragens produzida nas pastagens, durante o ano, está disponível na estação chuvosa e quente. Esta estacionalidade na produção forrageira é apontada como um dos fatores que mais contribui para a baixa produtividade dos rebanhos brasileiros. Com isso, faz-se necessário uma suplementação nutricional, principalmente no período de escassez.

Nas últimas décadas, a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum L.*) tem se destacado como alimento volumoso para ruminantes, principalmente no período seco do ano, uma vez que se destaca pela elevada produção de matéria seca por hectare (Boin & Tedeschi, 1993), é uma cultura relativamente fácil de se conduzir, tem boa aceitação pelos animais e elevado teor de carboidratos solúveis e, principalmente, pela sua disponibilidade na época seca, sem haver queda no seu valor nutricional (Preston, 1986; Leng, 1988), justificando o fato de que, na maioria das propriedades rurais brasileiras, a cana-de-açúcar apresenta-se como uma das forrageiras mais exploradas (Carvalho, 1992).

Atualmente, o Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar. Segundo a Conab (Companhia Nacional de Abastecimento), a produção de cana-de-açúcar em 2009 foi estimada em 612,2 milhões de toneladas, 7,1% superior à produção obtida em 2008. A produtividade média foi estimada em 81.293 kg/ha, 0,4% maior que a da safra 2008/2009, mostrando certo equilíbrio nas duas safras. Este aumento se deve, principalmente, ao interesse pela ampliação da produção de biocombustível.

O maior problema da utilização da cana-de-açúcar *in natura* é a necessidade de corte diário, onde a ensilagem pode contornar esse problema (Kung Jr. & Stanley, 1982), permitindo a racionalização dos custos de mão-de-obra, por meio da concentração do processo de corte da cana-de-açúcar em uma determinada época do ano, a maior facilidade de manejo diário na fazenda, a maximização da utilização do maquinário e a liberação da área para rebrota homogênea das plantas, proporcionando melhor cobertura do solo e maior índice de área foliar para o período das águas e, conseqüentemente, menores gastos com o controle de plantas invasoras (Castro Neto, 2003). Além disso, o ponto de corte da cana-de-açúcar ocorre justamente no período seco do ano, o que facilita todo o processo de ensilagem, muitas vezes prejudicado pelas chuvas.

Com isso, a ensilagem desta cultura como uma forma de estocagem de volumoso em local próximo aos animais, e ainda pela facilidade de sua oferta em comparação a colheitas diárias no campo, surge como uma proposta natural para sua utilização (Valvasori et al., 1995).

Por outro lado, o inconveniente desta forrageira na obtenção de silagem é seu alto conteúdo de açúcares solúveis, que resulta em rápida proliferação de leveduras com produção de etanol, gás carbônico e água, e que ainda provocam perdas de matéria seca

e energia (Valvasori et al., 1995). Em condições aeróbicas, as leveduras são capazes de sobreviver com diversos ácidos orgânicos por tempo maior que a maioria dos microrganismos. Em condições anaeróbicas, no entanto, as leveduras precisam obter sua energia da fermentação de açúcares (McDonald et al., 1991).

A diminuição do valor nutritivo da cana-de-açúcar ensilada foi relatada por Alcântara et al. (1989), que observaram redução na digestibilidade *in vitro* da matéria seca de 66,4 para 55,3% e no consumo voluntário em ovinos alimentados com rações contendo cana *in natura* e silagem de cana, respectivamente. Alguns autores, em seus trabalhos, demonstraram a produção excessiva de etanol, redução da matéria seca e aumento dos constituintes da parede celular na cana ensilada. É o caso de Bernardes et al. (2002), que constataram teor de 6,87% de etanol na matéria seca da cana ensilada, enquanto Coan et al. (2002), avaliando a composição química da cana-de-açúcar *in natura* e ensilada, obtiveram os respectivos valores: para a matéria seca, 27,3 e 20,9%; fibra em detergente neutro, 42,1 e 54,95%; fibra em detergente ácido, 34,9 e 43,8%, e lignina, de 6,8 e 7,2%. Com base nisso, verifica-se que há uma redução no valor nutritivo da cana-de-açúcar ensilada, assim como a presença de grande teor de etanol, redução do consumo e, conseqüentemente do desempenho de animais alimentados com silagem de cana-de-açúcar não tratada.

Pesquisas têm sido direcionadas à obtenção de informações sobre técnicas que modifiquem o processo fermentativo da cana-de-açúcar durante a ensilagem, a fim de se obter fermentação láctica com menor perda energética, em vez da fermentação alcoólica, mais frequentemente encontrada.

Atualmente, os agentes alcalinizantes são utilizados para evitar o desenvolvimento de leveduras em silagens, devido à ação antimicrobiana, além de

melhorar os coeficientes de digestibilidade. Esses agentes atuam solubilizando parcialmente a hemicelulose, promovendo o fenômeno conhecido como “entumescimento alcalino da celulose”, que consiste na expansão das moléculas de celulose, causando a ruptura das ligações das pontes de hidrogênio, as quais, segundo Jackson (1977), conferem a cristalinidade da celulose, aumentando a digestão desta e da hemicelulose. De acordo com Klopfenstein (1980), o teor de lignina normalmente não é alterado pelo tratamento químico, mas a ação deste leva ao aumento da taxa de digestão da fibra.

Bernardes et al. (2002) salientaram que, na silagem de cana-de-açúcar não tratada com produto alcalino, ocorre produção excessiva de etanol, redução da matéria seca e aumentos dos constituintes da parede celular.

Na República Dominicana, González & Macleod (1976) observaram que a cana ensilada sem aditivos apresentou redução acentuada no pH (de 4,2 para 2,9), redução no valor de graus Brix (de 13,8 para 9,0) e produção significativa de ácido acético (0,96% da matéria seca), ressaltando que houve o desenvolvimento de leveduras e consequente produção de álcool (1,4% da matéria seca).

Borgatti et al. (2008), utilizando o hidróxido de sódio, calcário, ureia, bicarbonato de sódio, cal virgem e cal hidratada com o objetivo de estudar os efeitos da adição de bases na silagem de cana-de-açúcar, verificaram que estes agentes podem ser utilizados para melhorar o perfil fermentativo da silagem da cana-de-açúcar.

O óxido de cálcio tem sido indicado como aditivo alternativo que está sendo apresentado ao mercado com preço relativamente acessível, que tem poder de corrosão menor, acarretando em menor risco de pessoal e animal, assim como menores custos com manutenção de maquinário se comparado aos outros alcalinizantes como hidróxido

de sódio, ureia, benzoato de sódio e propionato de cálcio. Além de ter ação antimicrobiana, que inibe o desenvolvimento das leveduras produtoras de etanol, o óxido de cálcio pode promover hidrólise da fibra do material ensilado, melhorando assim a sua digestibilidade.

De acordo com as observações de Pontes (2007), verifica-se que para silagem exclusiva de cana-de-açúcar, o consumo dos nutrientes por ovinos (g/dia) diminuiu em relação àqueles que receberam silagem com óxido de cálcio, com exceção da fibra em detergente neutro. Segundo o autor, esta observação confirma que o fornecimento de silagem de cana-de-açúcar sem aditivos causa redução no consumo de nutrientes, podendo resultar também em redução no desempenho animal.

Segundo Valadares Filho et al. (2008), o uso da silagem de cana-de-açúcar sem qualquer aditivo não deve ser recomendado para alimentação de bovinos de corte, visto que é produzida silagem de baixa qualidade, levando à redução do consumo voluntário, da taxa de ganho de peso e da conversão alimentar dos animais com elas alimentados, em comparação com cana-de-açúcar *in natura*.

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 foi estudado por Santos et al. (2008), utilizando: 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. Esses autores encontraram as menores perdas fermentativas e gasosas nas silagens com óxido ou carbonato de cálcio, que resultaram em maior taxa de recuperação de matéria seca. 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 do silo,

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 *in natura*.

Segundo Oliveira et al. (2007), houve influência dos níveis de óxido de cálcio sobre a digestibilidade *in vitro* da matéria seca e da fibra em detergente neutro. Notou-se aumento percentual de 4,82 unidades para silagem tratada com 0,5% de óxido de cálcio em relação à silagem não tratada. Em virtude da semelhança nas médias dos coeficientes da digestibilidade *in vitro* da matéria seca da cana-de-açúcar hidrolisada com 0,5% e 1,0% de óxido de cálcio, não há necessidade da hidrólise com o nível de 1,0% de óxido de cálcio. Em adição, observou-se que no nível de 1,0% de óxido de cálcio houve queda na digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro da cana-de-açúcar. Normalmente verifica-se aumento na digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro em função da ação alcalinizante da cal, em virtude da solubilização da fração fibrosa da cana-de-açúcar (Jackson, 1977).

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 óxido de cálcio (0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0%) verificaram que as doses de 0,5 e 1,0% mostraram-se eficientes na redução das perdas de matéria seca durante a fermentação das silagens.

Estudando dietas contendo 80% de volumoso, constituídas de silagem de cana-de-açúcar tratadas ou não com óxido de cálcio, Andreatta (2010, dados ainda não publicados) encontrou menores ganhos de peso quando a silagem de cana-de-açúcar não tratada foi oferecida aos animais. Foram obtidos teores médios de etanol de 11,5; 2,15 e 2,8% para silagens de cana-de-açúcar não tratadas e tratadas com 0,75 ou 1,50% de óxido de cálcio, respectivamente. Assim, considerando os resultados dessa pesquisa,

sugere-se que a silagem de cana-de-açúcar sem tratamento não deve ser recomendada para dietas para bovinos.

Segundo Mota et al. (2008), pouco se conhece sobre os teores de minerais quando a cana-de-açúcar sofre o processo de hidrólise destinada à alimentação de bovinos. Segundo Wise et al. (1963), ruminantes toleram grandes variações na razão cálcio/fósforo da dieta. No entanto, quando essa relação ultrapassa níveis superiores a 7:1, ocorre depressão significativa no desempenho e na conversão alimentar. Existe forte relação entre os metabolismos do cálcio e do fósforo, pois esses minerais são regulados por mecanismos biológicos e físico-químicos semelhantes (Valk et al., 2000).

Field et al. (1983) investigaram o efeito de diferentes proporções de cálcio/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 cálcio/fósforo 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, comprovando que elevado consumo de cálcio afeta a absorção de fósforo.

Domingues et al. (2008) avaliaram a concentração de macrominerais da cana-de-açúcar tratada com doses crescentes de óxido de cálcio, onde as relações cálcio/fósforo encontradas foram de 10,70:1; 18,07:1; 30,65:1; 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 cálcio/fósforo 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.

Estes valores são elevados, não sendo recomendado o uso de cana-de-açúcar com alto teor de óxido de cálcio para animais ruminantes. Os alimentos concentrados

como milho e sorgo geralmente apresentam maior quantidade de fósforo e menor de cálcio. No entanto, a tentativa de aumentar a concentração de fósforo nas dietas para diminuir a relação cálcio/fósforo não funciona, pois a eficiência de absorção decresce nos altos níveis de ingestão de fósforo (Challa et al., 1989), além do preço das fontes de fósforo ser muito elevada.

Segundo Pina (2008), houve redução linear no desempenho de bovinos com o aumento dos níveis de óxido de cálcio na cana-de-açúcar. Segundo Valadares Filho et al. (2006), um bovino em fase de terminação (400 kg) apresenta exigências dietéticas totais de 37,14 g/dia de cálcio para ganho de 1,0 kg/dia. Considerando o consumo observado por Moraes et al. (2008) e o nível de cálcio encontrado na cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio (Domingues et al., 2008), pode-se verificar que o consumo de cálcio foi aproximadamente de 72,0 g/dia. Com esta observação, verifica-se que existiu um excesso de cálcio consumido pelos animais quando ocorreu o tratamento da cana-de-açúcar com óxido de cálcio.

Neste contexto, a inclusão de 0,5% de óxido de cálcio na silagem de cana-de-açúcar talvez seja o nível recomendado para reduzir os constituintes da parede celular por hidrólise alcalina. Podendo contribuir para a preservação de nutrientes solúveis por inibir o desenvolvimento de leveduras que atuam sobre a massa ensilada, amenizando a perda de valor nutritivo durante a ensilagem. Além de, após a abertura do silo, não levar a ingestão excessiva de cálcio que poderia deprimir significativamente o desempenho e a conversão alimentar dos animais.

A idade da planta é um dos fatores que mais interferem na qualidade da cana-de-açúcar como alimento para bovinos. Quanto maior o grau de maturidade, menor o teor de fibra em detergente neutro, maiores os teores de açúcar (maior grau Brix) e de

matéria seca e, portanto, melhor o seu valor para alimentação animal, pois a fibra apresenta baixa digestibilidade e os açúcares podem ser considerados totalmente digestíveis.

O Brix tem sido muito utilizado na literatura como indicador do teor de açúcares na cana-de-açúcar (Rodrigues, 1997; Azevêdo, 2002). Outros sólidos solúveis não açúcares como aminoácidos, materiais corantes, ácidos orgânicos e sólidos inorgânicos (SiO_2 , K_2O , CaO , MgO , Cl , P_2O_5 , SO_3 , Na_2O), além da sacarose, são mensurados pela técnica de Brix. Os sólidos solúveis totais (Brix) são medidos primeiramente no campo com refratômetro, pela leitura direta do caldo extraído dos colmos amostrados do talhão. Zacarias (1977) verificou correlação positiva da análise de Brix realizada no campo com a realizada no laboratório ($r = 0,49$).

Brieger (1968) considerou a cana-de-açúcar madura quando essa atingiu o valor mínimo de Brix de 18°. Estes valores nunca foram definidos especificamente para bovinos, embora não existam evidências dando suporte à utilização de valores distintos para cana-de-açúcar destinada a bovinos. Preston et al. (1976) recomenda que o teor de Brix da cana-de-açúcar a ser utilizado na engorda de bovinos seja maior que 12°. A amostragem do campo para a avaliação da maturidade da planta deve ser feita com os critérios exigidos pela cultura (Barnes, 1974).

No entanto, quanto mais alto o teor de açúcares, mais favorável o ambiente para a proliferação de leveduras durante o processo de ensilagem (Van Soest, 1994). Considerando essas informações, avaliar as características da silagem de cana-de-açúcar colhida em diferentes estádios de maturidade, onde existem diferentes níveis de graus Brix, pode ser uma alternativa para reduzir as perdas na ensilagem da cana-de-açúcar, além de propiciar nova brotação da planta antes do início do período seco.

Segundo Oliveira (1999), a maturação da cana-de-açúcar ocorre da base para o ápice do colmo, nos distintos nós e entrenós. A cana imatura apresenta valores bastante distintos nesses segmentos, os quais vão se aproximando no processo de maturação.

Kung Jr. & Stanley (1982) avaliaram o efeito do estágio de maturação da cana-de-açúcar no valor nutritivo das silagens. A cana-de-açúcar ensilada a partir dos seis, doze e vinte e quatro meses teve valor de digestibilidade de 54,9; 55,0 e 50,0% e consumo de matéria seca de 9,31; 6,12 e 6,35 gramas de matéria seca por quilo de peso vivo, respectivamente. Kung Jr. & Stanley (1982), constataram também, produção crescente de álcool em silagens de cana-de-açúcar confeccionadas com seis, nove e doze meses de crescimento (7,50; 9,55 e 15,50% da matéria seca, cujos teores de matéria seca foram de 22, 29 e 32%, respectivamente), com conseqüente diminuição no valor energético da forragem. Evidenciando que o processo de ensilagem pode neutralizar o efeito benéfico do amadurecimento sobre o valor nutritivo desta espécie forrageira (Boin & Tedeschi, 1993).

De modo geral, de acordo com Nussio et al (2006), os poucos trabalhos disponíveis sobre utilização do óxido de cálcio como aditivo na ensilagem da cana-de-açúcar são animadores e indicam bom potencial de uso desse produto como aditivo. Outro aspecto importante e de escassa informação científica, é a ensilagem de cana-de-açúcar com diferentes graus Brix. Portanto, mais pesquisas são necessárias para elucidar lacunas de conhecimento a respeito da utilização da silagem de cana-de-açúcar avaliando o consumo, digestibilidade e desempenho produtivo dos animais.

Assim, a presente pesquisa foi conduzida para avaliar o perfil fermentativo da silagem de cana-de-açúcar cortada com diferentes graus Brix tratada ou não com cal, os desempenhos nutricional e produtivo de bovinos alimentados com dietas contendo

silagem de cana-de-açúcar com alto e baixo grau Brix, aditivada ou não com cal e silagem de milho.

Os trabalhos a seguir foram redigidos seguindo as normas da Revista Brasileira de Zootecnia.

LITERATURA CITADA

- ALCÂNTARA, E.; AGUILERA, A.; ELLIOT, R. Fermentation and utilization by lambs of sugarcane fresh and ensiled with and without NaOH. **Animal Feed Science and Technology**, v. 23, p.323-331, 1989.
- AZEVEDO, J.A. **Avaliação nutricional de variedades de cana-de-açúcar (Saccharum sp.) e simulação do desempenho de vacas leiteiras**. 2002. 90p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- BARNES, A.C. **The sugar cane**. London: Leonard Hill Books, 1974, 572 p.
- BERNARDES, T.F.; SILVEIRA, R.N.; COAN, R.M. et al. Características fermentativas e presença de levedura na cana-de-açúcar crua ou queimada ensilada com aditivo. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. (CD ROM).
- BOIN, C.; TEDESCHI, L. O. Cana-de-açúcar na alimentação de gado de corte. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 107-126.
- 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. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008. (CD ROM).
- BRIEGER, F.O. **Início da safra. Como determinar a maturação**. Boletim Informativo Coperest, São Paulo, v.4, 1968. p.1-3.
- CARVALHO, G.J. **Avaliação do potencial forrageiro e industrial de variedades de cana-de-açúcar (ciclo de ano) em diferentes épocas de corte**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1992. 63p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- CASTRO NETO, A.G. **Avaliação de silagens de cana-de-açúcar submetidas a diferentes tratamentos**. 2003. 53f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- CHALLA, J.; BRAITHWAITE, G.D.; DHA NOA, M.S. Phosphorus homeostasis in growing calves. **Journal of Agricultural Science**, v.112, n.2., p.217-226, 1989.
- COAN, R.M.; SILVEIRA, R.N.; BERNARDES, T.F. et al. Composição química da cana-de-açúcar crua ou queimada ensilada com aditivo. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE

- BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. (CD ROM).
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Safras**: cana 2009/10. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/3cana_09.pdf> Acesso em: 14/01/2010.
- 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., Lavras, 2008. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008. (CD ROM).
- FIELD, A.C. Maintenance requirement of phosphorus and absorbability of dietary phosphorus in sheep. **Journal of Agricultural Science**, v.100, p.231-33, 1983.
- GONZÁLEZ, E.; MACLEOD, N.A. Spontaneous fermentation of cane. **Tropical Animal Production**, v.1, p.80-84, 1976.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção da pecuária municipal 2008**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1499> Acesso em: 10/01/2009.
- JACKSON, M.G. Review article. The alkali treatment of straws. **Animal Feed Science and Technology**, v.2, n.2, p.105-130, 1977.
- KLOPFENSTEIN, T. Increasing the nutritive value of crop residues by chemical treatments. In: HUBER, J.T. **Upgrading residues and products for animals**. Ed. CRC Press, 1980. p.40-60.
- KUNG JR., L.; STANLEY, R.W. Effect of stage of maturity on the nutritive value of whole-plant sugarcane preserved as silage. **Journal of Animal Science**, v.54, p.689-696, 1982.
- LENG, R.A. Limitações metabólicas en la utilización de al cana de azúcar y sus derivados para el crecimiento e producción de leche en rumiantes. In: SISTEMAS INTENSIVOS PARA PRODUCCIÓN ANIMAL Y ENERGÍA RENOVABLE COL RECURSOS TROPICALES, 1988, Cali. **Simpósio...** Cali: CPAC, 1988. p.31-38.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcomb Publication, 1991. 340p.
- MORAES, K.A.K.; VALADARES FILHOS, S.C.V.; MORAES, E.H.B.K. et al. Cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio fornecida com diferentes níveis de concentrado para

- novilhas de corte em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.37, n.7, p.1293-1300, 2008.
- 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., Lavras, 2008. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008. (CD ROM).
- NUSSIO, L.G.; Schimidt, P.; Schogor, A. L. B.; Mari, L. J. Cana-de-açúcar como alimento para bovinos In.: 3º SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, Viçosa. **Anais...** Universidade Federal de Viçosa, p.277-328, 2006.
- OLIVEIRA, M.D.S. **Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos.** Jaboticabal, 1999. 128 p.
- 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, jan./mar. 2007.
- PINA, D.S. **Avaliação nutricional da cana-de-açúcar acrescida de óxido de cálcio em diferentes tempos de armazenamento para bovinos.** 2008. 37p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- 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 em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- PRESTON, T.R.; HINOJOSA, C.; MARTINEZ, L. Ensiling of sugar cane with ammonia molasses and mineral acids. **Tropical Animal Production**, London, v.1, p.120- 126, 1976.
- PRESTON, T.R.; LENG, R.A. Matching ruminant production systems with available resources in the tropics and subtropics. In: MACLEOD, N.A.; SUTHERLAND, T.M. **Penambul Books.** Zaragoza: Acríbia, 1986. 100p.
- RODRIGUES, A.A.; PRIMAVESI, O.; ESTEVES, S.N. Efeito da qualidade de variedades de cana-de-açúcar sobre o seu valor nutritivo como alimento para bovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.12, p.1333-1338, dez. 1997.
- 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. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008. (CD ROM).

- 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.
- 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., 2008, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: SIMCORTE, 2008. p.121-182.
- VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A et al. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos** 2.ed. – Viçosa : UFV, DZO, 2006, 329p.
- VALK, H.; METCALF, J.A.; WITHERS, P.J.A. Prospects for minimizing phosphorus excretion in ruminants by dietary manipulation. **Journal of Environment Quality.**, v.29, p.28-36, 2000.
- VALVASORI, E.; LUCCI, C.S.; ARCARO, J.R.P. Avaliação da cana-de-açúcar em substituição a silagem de milho para vacas leiteiras. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.32, n.4, p.224-8, 1995.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminants**. 2.ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476p.
- 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.
- ZACARIAS, C.A.B. **Estimação de parâmetros genéticos e fenotípicos em clones de cana-de-açúcar (*Saccharum ssp.*) e suas implicações no melhoramento**. 1977. 77p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/ São Paulo, Piracicaba.

Composição Química e Perdas Fermentativas de Cana-de-Açúcar Ensilada com Diferentes Graus Brix, com ou sem 0,5% de Óxido de Cálcio

Resumo – Objetivou-se avaliar o efeito da ensilagem de cana-de-açúcar com diferentes graus Brix (10,8; 12,0; 13,7; 14,5; 15,3; 16,3; 17,6; 18,7 e 20,9), com ou sem adição de 0,5% de óxido de cálcio sobre a composição química e perdas fermentativas das silagens. As variáveis foram submetidas à análise de variância segundo o delineamento inteiramente casualizado no esquema fatorial 2x9, constituído por dois níveis de inclusão de óxido de cálcio e nove teores de Brix do material ensilado, compondo 18 tratamentos, com 3 repetições cada. As silagens foram confeccionadas em silos experimentais, sendo o primeiro corte feito em abril. A cada 15 dias foi realizada nova ensilagem com mensuração do grau Brix, e as aberturas foram feitas após 30 dias de fermentação. À medida que o grau Brix do material que foi ensilado aumentou, ocorreu aumento ($P<0,05$) dos teores de matéria seca (MS) e redução ($P<0,05$) dos teores de cinzas (CZ), já os teores de proteína bruta (PB) e das fibras (FDNcp e FDAcp) apresentaram redução ($P<0,05$). Houve interação ($P<0,05$) entre os níveis de cal e teores de grau Brix para as variáveis MS, CZ, PB, EE e FDNcp. O teor de MS da silagem apresentou aumento linear com o teor de grau Brix, sendo esse aumento correlacionado positivamente com o teor de cal, já os teores de CZ, PB, EE e FDNcp sofreram redução linear ($P<0,05$) com o aumento do grau Brix. As silagens tratadas apresentaram maiores teores de CZ e de EE, já os teores de FDNcp e PB foram menores nas silagens com cal. O teor de FDAcp sofreu redução linear para a silagem tratada, enquanto que para a silagem não tratada, observou-se comportamento quadrático. A produção de etanol, em função do grau Brix, comportou-se de forma quadrática ($P<0,05$) para as silagens sem cal, e de forma cúbica ($P<0,05$) nas silagens com cal. As silagens sem cal em comparação àquelas tratadas apresentaram teores médios de etanol de 3,92 e 0,69% na MS, respectivamente. Os teores de N-NH₃ para as silagens com cal apresentaram aumento linear ($P<0,05$) com a elevação dos graus Brix, enquanto na silagem controle, não houve efeito ($P>0,05$). As silagens tratadas ou não, apresentaram pH médio de 3,98 e 3,50, respectivamente. O teor de ácido lático das silagens não tratadas apresentou comportamento cúbico, já nas com cal houve redução linear ($P<0,05$) à medida que o

Brix elevou. As silagens tratadas apresentaram maiores níveis de ácido lático e propiônico. Os teores de ácido acético e butírico não foram afetados ($P > 0,05$) pelos teores de cal e de graus Brix. As silagens sem tratamento apresentaram efeito linear decrescente ($P < 0,05$) para os teores de ácido propiônico à medida que o grau Brix aumentou. A perda total de matéria seca apresentou comportamento quadrático tanto para as silagens tratadas quanto para as não tratadas com cal, em função do grau Brix. As perdas por gases apresentaram comportamento cúbico para as silagens não tratadas, e nas silagens tratadas com cal houve redução linear ($P < 0,05$) com o aumento do grau Brix. As silagens de cana-de-açúcar com e sem tratamento, apresentaram redução ($P < 0,05$) das perdas por efluente de forma linear decrescente à medida que o grau Brix elevou-se. Silagens sem óxido de cálcio apresentaram perdas médias de MS, por gases e efluente de 18,3%; 12,9% da MS e 137,7 Kg/t de MV, já para as silagens tratadas essas perdas foram de 11,3%; 5,3% da MS e 106,0 Kg/t de MV, respectivamente. Conclui-se que o tratamento da cana-de-açúcar com 0,5% óxido de cálcio na base da matéria natural, foi efetivo em reduzir a fermentação indesejada resultando em maior conservação do material ensilado.

Palavras-chave: silagem de cana-de-açúcar, grau Brix, óxido de cálcio, etanol.

Chemical Composition and Fermentative Losses of Sugar Cane Ensilage with Different Brix Degrees, with or without 0.5% of Calcium Oxide

Abstract – The sugar cane is a very used forage to feed ruminants, but its use in nature becomes difficult in larger production systems. Thus, the ensilage would be a way to contour this problem. However, the alcoholic fermentation which occurs in the sugar cane silage reduces its nutritional value. In this way, two studies were conducted: the first evaluated the fermentation pattern of sugar cane silage with different Brix degrees, treated or not with 0.5% of calcium oxide; the second study consisted in four different treatments, used to compare the sugar cane silage with the corn silage. In the first study, aimed to evaluate the effect of sugar cane ensilage with different Brix degrees (10.8, 12.0, 13.7, 14.5, 15.3, 16.3, 17.6, 18.7 and 20.9), with or without the addition of 0.5% calcium oxide on the chemical composition and fermentation losses of silage. The variables were subjected to variance analysis according to in a randomized design in factorial 9x2, consisting in two levels of calcium oxide inclusion and nine levels of Brix of the ensiled material, making 18 treatments, with three replicates each. The material was ensiled in experimental silos, with the first cut made in April where the Brix degree was measured. Every 15 days, a new ensilage was performed with measurement of the Brix degree, and they were opened after 30 days of fermentation. As the Brix degree of the ensiled material was increased, there was an increase ($P<0.05$) of dry matter (DM) and decreased ($P<0.05$) of ash (CZ), crude protein (CP) and fibers (NDFcp and ADFcp). There was an interaction ($P<0.05$) between the lime levels and Brix degree levels for the DM, CZ, CP, EE and NDFcp variables. The DM content of the silage presented linearly increased with the Brix concentration, this increase was positively correlated with the lime amount, but the CZ, CP, and NDFcp levels were reduced ($P<0.05$) with the Brix increase, where the treated silage presented higher levels of CZ and EE, but the NDFcp and CP contents were lower in the silages with lime. The FdAcp content suffered linear reduction for treated silage, while in the untreated silage, there was a quadratic answer. The ethanol production, according to the Brix degree, presented a quadratically reply ($P<0.05$) for the silages without lime, and cubically ($P<0.05$) in silages with lime. The silages without lime as compared to those

treated showed average levels of ethanol of 3.92 and 0.69% in the DM, respectively. The N-NH₃ levels for silage with lime showed a linear increase ($P < 0.05$) with the Brix degree increasing, while in the control silage, does not occurred effect ($P > 0.05$). The treated or untreated silages presented an average pH of 3.98 and 3.50, respectively. The content of lactic acid from the untreated silages showed a cubic behavior, for the silages with lime there was a linear reduction ($P < 0.05$) as the Brix increased. The treated silages presented higher levels of lactic acid and propionic. The acetic and butyric acid levels were not affected ($P > 0.05$) by the lime content and Brix degree. The untreated silages had a linear decreasing effects ($P < 0.05$) for propionic acid levels as the Brix degree increased. The total loss of dry matter showed a quadratic behavior for the silages treated and for the untreated with lime, depending on the Brix degree. The losses by gases showed cubic behavior for the untreated silages, and the silages treated with lime had linear reduced ($P < 0.05$) with the Brix degree increasing. The sugar cane silages with and without treatment, had a linear decreased ($P < 0.05$) in the effluent losses as the Brix degree increased. Silage without calcium oxide presented average losses of DM, gases and effluent by 18.3%, 12.9% in the DM and 137.7 kg/t of FF, and for the treated silages these losses were 11.3%, 5.3% in the DM and 106.0 kg/t of FF, respectively. In conclusion, the treatment of sugar cane with 0.5% of calcium oxide on the base of the natural material, was effective in reduce the unwanted fermentation resulting in better conservation of ensilage material.

Key words: sugar cane silage, Brix degree, calcium oxide, ethanol.

Introdução

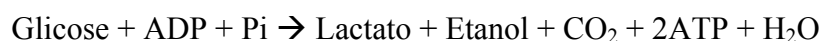
A cana-de-açúcar é uma forrageira bastante difundida no Brasil, sendo seu uso principalmente na forma *in natura*, onde cortes diários são necessários. Sua utilização ocorre na época de entressafra da produção das pastagens durante o período seco do ano, tendo produtividade que pode variar de 60 a 180 t/ha de matéria verde a um custo reduzido, quando comparado às silagens de milho ou sorgo. No entanto, em larga escala os cortes diários representam um problema operacional que pode ser resolvido através da silagem da cana-de-açúcar.

A concentração do corte para ensilagem permite uma otimização do uso dos maquinários, possibilidade de armazenar o volumoso próximo aos animais, rebrota uniforme do canavial tendo menor custo com controle de invasoras e maior vida útil da área (Castro Neto, 2003). A ensilagem da cana-de-açúcar é um caminho para evitar sobras de um ano para o outro, casos de incêndio ou geadas. Entretanto, o uso de silagem de cana-de-açúcar para os animais envolve grandes perdas, as quais podem chegar a inviabilizar a sua utilização.

Em uma silagem é sempre desejado que a fermentação seja principalmente com produção de ácido lático, que irá acidificar o meio rapidamente (melhor processo fermentativo), e em menor proporção de ácido acético que irá garantir maior estabilidade aeróbia, McDonald et al. (1991).

O grande problema do uso da cana-de-açúcar para silagem é a fermentação alcoólica provocada por microrganismos que utilizam os carboidratos solúveis, que são abundantes na cana-de-açúcar, como fonte energética tendo como subproduto principal o etanol, contribuindo assim para a perda de matéria seca. Woolford (1984) relatou que

as leveduras são as principais responsáveis pela fermentação alcoólica e, conseqüentemente, pela produção de etanol na silagem. Na formação do etanol pelas leveduras, uma molécula de glicose é fermentada em duas moléculas de etanol e duas de dióxido de carbono (McDonald et al., 1991). A reação mencionada pode ser resumida como segue:



Apesar de Woolford (1984) ter demonstrado que as leveduras são capazes de produzir lactato e acetato através da fermentação dos carboidratos solúveis, sua presença na silagem é tida como indesejável, visto que contribuem com menor estabilidade aeróbica e por competir com as bactérias produtoras de ácido lático pelo substrato, contribuindo muito pouco para a qualidade da silagem (McDonald et al., 1991). A fermentação de sacarose a etanol e gás carbônico, que, posteriormente são volatilizados, pode ocasionar aumento da proporção de constituintes da parede celular reduzindo o valor nutritivo da cana-de-açúcar (Nussio et al., 2003). De fato, a não utilização de aditivos na silagem de cana-de-açúcar implica em aumento das perdas de matéria seca, redução do valor nutritivo do alimento e redução de consumo voluntário e do desempenho dos animais, como relatadas na literatura por diversos autores (Kung Jr. & Stanley, 1982; Pedroso et al., 2005; Schmidt, 2006; Queiroz, 2006).

Portanto, o uso de aditivos na silagem de cana-de-açúcar faz-se necessário para conter as perdas durante o processo fermentativo. Os aditivos podem ser classificados como inibidores ou estimulantes da fermentação. Existem os aditivos microbianos, os quais têm apresentado muitos resultados contraditórios sobre a fermentação, a composição da silagem e o desempenho animal, já que são dependentes de fatores como o tipo e quantidade do inoculante, assim como de sua atividade biológica, teor de

matéria seca e composição química da forragem (Rodrigues et al., 2001). Outro tipo de aditivo é o químico, que pode ser ácido ou básico. Atualmente pesquisas com o uso de aditivos básicos representam grande parte dos estudos sobre silagem de cana-de-açúcar, onde destaca-se o óxido de cálcio pelo seu menor custo e maior segurança de manipulação. O óxido de cálcio pode reduzir os constituintes da parede celular por hidrólise alcalina da fibra vegetal e contribuir para a preservação de nutrientes solúveis por inibir o desenvolvimento de leveduras que atuam sobre forragem ensilada, reduzindo a perda de valor nutritivo durante a ensilagem e após a abertura do silo, sendo o nível de 0,5% de óxido de cálcio na matéria verde o mais indicado. Entretanto, resultados de trabalhos científicos utilizando esse produto são escassos e essas presunções precisam ser comprovadas.

Os sólidos solúveis totais (Brix) tem sido muito utilizados na literatura como indicador do teor de açúcares na cana-de-açúcar (Rodrigues et al., 1997; Azevêdo, 2002), sendo medidos no campo com refratômetro, pela leitura direta do caldo extraído dos colmos amostrados do talhão.

Tendo em vista que o elevado teor de carboidratos solúveis na cana-de-açúcar é o ponto chave causador da fermentação alcoólica quando ensilada, (Van Soest, 1994), o uso de uma cana-de-açúcar com baixo teor de sacarose, baixo Brix, para silagem pode ser uma alternativa interessante para reduzir as perdas fermentativas, além de propiciar nova brotação da planta antes do início do período seco, sendo possível efetuar dois cortes em um ano.

Conduziu-se esse trabalho com o objetivo de avaliar o efeito da presença ou não de 0,5% de óxido de cálcio sobre as perdas de matéria seca, o perfil fermentativo e o valor nutritivo de silagens de cana-de-açúcar ensiladas com diferentes graus Brix.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa – MG, onde foram realizadas as coletas e o armazenamento das amostras. A variedade de cana-de-açúcar utilizada foi a RB 867515, a qual foi colhida nas dependências da UFV.

O município de Viçosa situa-se na Zona da Mata Mineira, a uma altitude média de 650 metros. O tipo climático é Cwa, segundo classificação de Köppen, a umidade relativa média do ar, de 64,7%, e a precipitação pluviométrica média anual, de 1.431 mm, dos quais 85% ocorrem entre os meses de outubro e março. As médias de temperatura máximas e mínimas são, respectivamente, 26,1 e 14,0°C, conforme dados fornecidos pelo Serviço de Meteorologia do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV.

O primeiro corte e ensilagem ocorreu em abril de 2009, quando o material possuía 10,8 graus Brix. Foram feitos cortes e silagens de cana-de-açúcar a cada 15 dias, sendo mensurado o grau Brix, os quais após 30 dias de fermentação foram abertos.

O grau Brix foi determinado pelo sulco extraído através da moagem da cana-de-açúcar feita por engenho movido manualmente. Amostras tomadas aleatoriamente de 10 plantas inteiras foram utilizadas, sendo divididas em três partes; parte distal, medial e apical. Cada parte foi moída separadamente onde com o uso de um refratômetro de campo (marca ATAGO modelo N-1α) determinou-se o grau Brix, sendo posteriormente realizada uma média geral das partes da planta, sendo este então o valor utilizado de Brix da planta por inteiro.

A cana-de-açúcar foi picada juntamente com a palha em equipamento estacionário de facas, regulado para corte com tamanho médio de partícula de 1 cm. Depois de picada, metade da forragem foi imediatamente tratada com 0,5% de óxido de cálcio (cal) na base da matéria natural, sendo pulverizado a lanço e homogeneizado manualmente, e a outra metade da forragem não recebeu tratamento. Imediatamente amostras representativas foram coletadas para posteriores análises.

Após o tratamento, a forragem foi imediatamente ensilada em baldes plásticos com capacidade de 20 litros. Cada balde possuía uma tampa adaptada com válvula tipo *Bunsen* e aproximadamente 2 kg de areia seca no fundo dentro de saco de algodão. Foi mensurada a tara (balde + tampa + areia seca + saco) antes da ensilagem, e o peso dos baldes cheios e tampados, para determinação quantitativa das perdas por gases, perdas total de MS e perdas por efluentes, com base nas diferenças gravimétricas. A forragem foi compactada com os pés de modo que a densidade atingisse aproximadamente 550 kg de MV/m³ (\pm 11 kg de forragem/balde), como forma de garantir condições semelhantes de porosidade às silagens. Após o enchimento, os silos experimentais foram fechados com as tampas, vedados com auxílio de fita adesiva e mantidos em ambiente protegido. Decorrido os 30 dias de armazenamento, os silos foram abertos e submetidos às avaliações previstas. Primeiramente, com o objetivo de quantificar perdas durante o período de estocagem, foi realizada pesagem individual dos baldes.

A determinação da produção de efluente foi realizada mediante diferença de pesagens do conjunto balde mais areia, depois e antes da ensilagem, em relação à quantidade de MV ensilada. Após ser retirada a forragem do silo experimental, pesou-se o conjunto (balde + tampa + areia úmida + saco) e, subtraindo-se deste o peso do mesmo conjunto antes da ensilagem (balde + tampa + areia seca + saco), efetuou-se a

estimativa da produção de efluente drenado para o fundo do balde, conforme a equação 1:

$$PE = \frac{P_{ef} \times 1000}{MV_i}$$

onde:

PE = perdas por efluente (kg/t de MV);

P_{ef} = peso de efluente (Peso do conjunto vazio após a abertura – peso do conjunto vazio antes do enchimento);

MV_i = quantidade de massa verde de forragem ensilada (kg).

A determinação da perda de matéria seca decorrente da produção de gases foi calculada pela diferença entre o peso bruto de MS inicial e final dos silinhos experimentais, em relação à quantidade de MS ensilada, descontados os pesos do conjunto silo e areia seca, conforme a equação 2:

$$G = \frac{[(PC_{en} - P_{en}) * MS_{en}] - [(PC_{ab} - P_{en}) * MS_{ab}]}{[(PC_{en} - P_{en}) * MS_{en}]} \times 100$$

onde:

G = Perdas por gases em (% MS);

PC_{en} = Peso do balde cheio na ensilagem (kg);

P_{en} = Peso do conjunto (balde + tampa + areia seca + saco) na ensilagem (kg);

MS_{en} = Teor de MS da forragem na ensilagem (%);

PC_{ab} = Peso do balde cheio na abertura (kg);

MS_{ab} = Teor de MS da forragem na abertura (%).

A perda total de matéria seca foi estimada pela diferença entre o peso bruto de MS inicial e final dos silos experimentais, em relação à quantidade de MS ensilada,

descontados o peso do conjunto silo e areia seca na ensilagem, e do conjunto silo e areia úmida na abertura, conforme a equação 3:

$$PMS = \frac{[(PCen - Pen) * MSen] - [(PCab - Pab) * MSab]}{[(PCen - Pen) * MSen]} \times 100$$

onde:

PMS = Perda total de MS (%);

PCen = peso do balde cheio na ensilagem (kg);

Pen = Peso do conjunto (balde + tampa + areia seca + saco) na ensilagem (kg);

MSen = Teor de MS da forragem na ensilagem (%);

PCab = Peso do balde cheio na abertura (kg);

Pab = peso do conjunto (balde + tampa + areia úmida + saco) na abertura (kg);

MSab = Teor de MS da forragem na abertura (%).

Amostras homogêneas e representativas de cana-de-açúcar com e sem cal foram coletadas no momento da ensilagem, sendo colhidas de cada monte. Cerca de 600 g de amostra foi acondicionada em sacos de papel e colocada em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas. Em seguida, as amostras foram retiradas da estufa, mantidas à temperatura ambiente por uma hora e pesadas para determinação da matéria pré-seca. Posteriormente, as amostras foram trituradas em moinho tipo “Willey” com peneira de malha de 1 mm e acondicionadas em potes com tampa para posteriores análises. As análises de matéria seca (MS), nitrogênio total (PB), extrato etéreo (EE) e cinzas (CZ) foram feitas seguindo procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002). A fibra em detergente neutro (FDN) e a fibra em detergente ácido (FDA) foram determinadas pela técnica da autoclave, segundo Rennó et al. (2002), sendo quantificados os teores de PB e cinzas da FDN e da FDA, conforme descrito por Silva & Queiroz (2002), para determinação da FDN e FDA corrigidas (FDNcp e FDAcp).

Logo após a abertura dos silos, a camada inicial de silagem, de aproximadamente 10 cm foi descartada, e o restante da forragem foi retirado e homogeneizado em uma bandeja plástica. Após a homogeneização, foram retiradas duas amostras da forragem de cada silo. Uma das amostras com cerca de 600 g de amostra foi acondicionada em sacos de papel e colocada em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas. Em seguida, as amostras foram retiradas da estufa, mantidas à temperatura ambiente por uma hora e pesadas para determinação da matéria pré-seca. Posteriormente, as amostras foram trituradas em moinho tipo “Willey” com peneira de malha de 1 mm e acondicionadas em potes com tampa para posteriores análises. As análises de matéria seca (MS), nitrogênio total (PB), extrato etéreo (EE) e cinzas (CZ) foram feitas seguindo procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002). A fibra em detergente neutro (FDN) e a fibra em detergente ácido (FDA) foram determinadas pela técnica da autoclave, segundo Rennó et al. (2002), sendo quantificados os teores de PB e cinzas da FDN e da FDA, conforme descrito por Silva & Queiroz (2002), para determinação da FDN e FDA corrigidas (FDN_{cp} e FDA_{cp}).

Uma amostra *in natura* de silagem de cana-de-açúcar foi coletada para extração do suco e determinação da concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃), expressa como porcentagem do nitrogênio total conforme descrito por Bolsen et al.(1992). Os teores de etanol, ácidos acético, propiônico, butírico e láctico foram determinados segundo o método descrito por Kung Jr. (1996). Para isso, 25 g de amostra úmida das silagens foram processados em 225 mL de solução de Ringer (Oxoid), utilizando-se liquidificador, durante 1 minuto. Em seguida, o material foi filtrado em papel-filtro Whatman® 54, acidificado com ácido sulfúrico a 50% e centrifugado (5000 g) por 15 minutos, sendo o extrato líquido resultante armazenado em congelador (-5°C) até o

momento das análises. O pH foi determinado nos extratos, antes da filtragem, por intermédio de peagâmetro digital.

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.

Os teores de ácido láctico foram determinados por cromatografia líquida de alta *performance* (HPLC) em aparelho da marca Shimadzu, modelo SPD-10A VP, acoplado ao Detector Ultravioleta (UV), utilizando-se comprimento de ondas de 210 nm. Utilizou-se coluna SCR – 101 H, medindo 30 cm x 7,9 mm de diâmetro com fluxo na coluna de 0,8 ml/minuto a 24 kgf. A fase móvel consistiu de água em 1% de ácido ortofosfórico, a um volume de 20 microlitros.

Os ácidos acético, propiônico e butírico foram determinados em cromatógrafo a gás, modelo CG – 17A marca Shimadzu, equipado com detector FID. Para registro e análise dos cromatogramas, o aparelho estava acoplado a um microcomputador, utilizando-se o programa GC Solution. Os compostos foram separados e identificados

em uma coluna capilar Nukol (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 = 5. O gás nitrogênio foi utilizado como carreador com velocidade linear programada para 43,2 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 220°C e 250°C. A temperatura inicial da coluna foi de 100°C (mantida por 5 minutos), aumentando em 10°C por minuto até atingir 185°C (mantida por 20 minutos), totalizando 33,5 minutos de análise. O fluxo do gás de arraste na coluna foi de 1,0 mL/minuto.

Para determinação do nitrogênio amoniacal da silagem, foi amostrado 5 g de silagem úmida e deixadas em repouso com 250 mL de água destilada por 30 minutos, logo após adicionado 2 g de óxido de magnésio, destiladas e tituladas (Silva & Queiroz, 2002).

As variáveis foram submetidas a análise de variância segundo o delineamento inteiramente casualizado no esquema fatorial 9x2, constituído por nove teores de Brix e dois níveis de inclusão de óxido de cálcio, compondo 18 tratamentos, com 3 repetições cada. O procedimento utilizado foi o PROC GLM do SAS (SAS, 1999), segundo o modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + C_i + B_j + C_i * B_j + \epsilon_{ijk}$$

Onde:

μ = constante geral ou média geral;

C = efeito do nível de cal i na repetição k;

B = efeito do teor de Brix j na repetição k;

C*B = interação entre nível de cal i e teor de Brix j na repetição k; e

ϵ = erro aleatório pressuposto NID.

Após a avaliação dos efeitos principais e da interação entre os níveis de cal e os teores de Brix da cana-de-açúcar, os efeitos lineares, quadrático e cúbico das variáveis respostas mensuradas em função dos níveis de Brix foram avaliadas através do PROC GLM do SAS (SAS, 1999), considerando a variável teor de Brix como sendo uma variável contínua, segundo o modelo:

$$Y = B + B*B + B*B*B + C + B*C + B*B*C + B*B*B*C + \epsilon_{ijk}$$

Depois de determinado o comportamento das variáveis resposta em função dos teores de Brix, os respectivos modelos lineares, quadráticos e cúbicos foram obtidos através do PROC REG do SAS (SAS, 1999). As médias dos tratamentos foram comparadas com nível de significância de 5%.

Resultados e Discussão

Os teores de matéria seca (MS), cinzas (CZ), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) e fibra em detergente ácido corrigida para cinzas e proteína (FDAcp) do material antes de ensilar, estão representados na Tabela 1, enquanto na Tabela 2 são mostrados os desdobramentos das interações.

Tabela 1 – Composição química da cana-de-açúcar *in natura* amostrada no momento da ensilagem

Itens	Cal	Brix (B)									CV %
		10,8	12	13,7	14,5	15,3	16,3	17,6	18,7	20,9	
MS (%)	0	15,11	14,94	18,00	23,79	20,48	19,54	23,56	24,15	24,89	2,08
	0,5	16,92	17,38	19,00	25,66	21,34	22,53	24,71	27,03	26,33	
		% da MS									
CZ	0	8,10	9,52	6,76	6,62	6,23	5,05	5,27	4,85	3,07	3,63
	0,5	10,42	10,79	9,64	9,54	7,13	6,35	6,74	7,22	5,24	
PB	0	4,59	4,12	3,94	2,85	3,50	3,07	3,01	2,63	2,86	2,40
	0,5	4,30	4,15	3,74	2,85	3,50	3,08	2,95	2,67	2,66	
EE	0	1,36	1,34	1,43	1,30	1,33	1,30	1,51	1,41	1,41	6,04
	0,5	1,40	1,38	1,44	1,15	1,33	1,35	1,50	1,37	1,45	
FDNcp	0	66,26	64,57	60,59	58,59	57,48	55,75	52,30	48,33	45,53	0,62
	0,5	66,06	64,34	60,73	58,10	57,57	55,32	51,43	48,08	45,00	
FDAcp	0	38,56	36,74	35,05	35,22	33,77	32,51	31,97	29,22	29,43	0,33
	0,5	38,29	36,42	35,36	35,16	33,61	32,58	32,05	29,46	29,38	

MS = matéria seca; CZ = cinzas; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDAcp = fibra em detergente ácido corrigida para cinzas e proteína e CV = coeficiente de variação.

Tabela 2 – Níveis de probabilidade obtidos para os efeitos de ordem linear, quadrática e cúbica para a composição química da cana-de-açúcar *in natura* amostrada no momento da ensilagem

	Desdobramento de Interações				Equações	R ²
	Cal	(P- valor)				
		Linear	Quadrático	Cúbica		
MS	0	<0,0001	Ns	Ns	$\hat{Y}_{MS} = 4,2189 + 1,0479*B$	75,04
	0,5	<0,0001	Ns	Ns	$\hat{Y}_{MS} = 5,9732 + 1,0526*B$	75,72
CZ	0	<0,0001	Ns	Ns	$\hat{Y}_{CZ} = 14,7735 - 0,5543*B$	87,98
	0,5	<0,0001	Ns	Ns	$\hat{Y}_{CZ} = 16,8847 - 0,5643*B$	81,20
PB	0	<0,0001	<0,0001	Ns	$\hat{Y}_{PB} = 6,1988 - 0,1805*B$	72,59
	0,5	<0,0001	<0,0001	Ns	$\hat{Y}_{PB} = 6,0217 - 0,1737*B$	79,47
EE	0	Ns	Ns	Ns	–	–
	0,5	Ns	Ns	Ns	–	–
FDNcp	0	<0,0001	Ns	Ns	$\hat{Y}_{FDNcp} = 90,0002 - 2,1503*B$	98,95
	0,5	<0,0001	Ns	Ns	$\hat{Y}_{FDNcp} = 90,3971 - 2,1956*B$	98,79
FDAcp	0	<0,0001	Ns	Ns	$\hat{Y}_{FDAcp} = 48,4561 - 0,9558*B$	95,23
	0,5	<0,0001	Ns	Ns	$\hat{Y}_{FDAcp} = 47,9446 - 0,9241*B$	95,90

MS = matéria seca; CZ = cinzas; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDAcp = fibra em detergente ácido corrigida para cinzas e proteína, R² = coeficiente de determinação das equações lineares, quadráticas ou cúbicas e Ns = não significativa.

Com exceção do teor de EE, houve interação ($P < 0,05$) entre níveis de cal e teores de grau Brix, para as demais variáveis.

Avaliando o teor de matéria seca no material ensilado tem-se que, à medida que a cana-de-açúcar amadurece, ou seja, aumenta seu teor de grau Brix, ocorre aumento ($P < 0,05$) linear da porcentagem de matéria seca da mesma. Isto pode ser explicado devido ao aumento do teor de parede celular em relação ao conteúdo celular, assim como maior acúmulo de carboidratos solúveis, sendo a sacarose o constituinte majoritário.

Comparando a cana-de-açúcar tratada ou não com 0,5% de óxido de cálcio, a primeira apresentou maior teor de matéria seca do que a segunda por que foi acrescida de cal cujo teor de matéria seca é próximo de 100%.

Com o amadurecimento da cana-de-açúcar, houve diminuição ($P < 0,05$) do percentual total de cinzas em consequência do acúmulo de açúcares, o qual gerou um efeito de diluição no material final. Níveis superiores de cinzas foram encontrados na cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio em comparação a que não recebeu tratamento, fato este já esperado em virtude do acréscimo da substância alcalina cuja composição é mineral. Esse aumento da fração mineral em silagens tratadas com aditivos químicos tem sido relatado na literatura por diversos autores como Simkins et al. (1965) e Alcántara et al. (1989).

Os teores de FDNcp e FDAcp apresentaram um efeito linear decrescente ($P < 0,05$) à medida que os níveis de Brix aumentaram. Esse resultado deve-se ao aumento da síntese de açúcares pela forrageira levando a uma diminuição em termos percentuais da composição final de fibra da mesma. Os valores médios de FDNcp e FDAcp na cana-de-açúcar no momento da ensilagem foram 56,45 e 33,60% da MS,

respectivamente. Esses valores foram próximos aos encontrados por Santos et al. (2008) para FDN e FDA de 51,20 e 30,87% da MS.

Não houve diferença ($P>0,05$) para o teor de EE, quando foram comparados a cana-de-açúcar com diferentes graus Brix tratada ou não com óxido de cálcio. Isso mostra que este constituinte apresenta pouca variação com a maturação e adição de cal na cana-de-açúcar.

A elevação do grau Brix influenciou ($P>0,05$) de forma linear decrescente os teores de PB do material a ser ensilado, mostrando que com o amadurecimento, ocorre redução do teor de PB em consequência do aumento dos constituintes de parede celular e açúcares totais. Kung Jr e Stanley (1982), estudando o efeito do estágio de maturidade sobre o valor nutritivo da planta inteira de cana-de-açúcar, constataram menores teores de PB na cana-de-açúcar com 24 meses de idade em comparação àquelas com idades mais jovens.

Nas Tabelas 3 e 4 estão representados os teores de matéria seca (MS), cinzas (CZ), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) e fibra em detergente ácido corrigida para cinzas e proteína (FDAcp) e os desdobramentos das interações entre níveis de cal e teores de grau Brix, para as silagens de cana-de-açúcar, tratadas ou não com cal.

Tabela 3 – Composição química das silagens de cana-de-açúcar tratadas ou não com cal e com diferentes teores de grau Brix

Itens	Cal	Brix (B)									CV %
		10,8	12	13,7	14,5	15,3	16,3	17,6	18,7	20,9	
		%									
MS	0	17,52	17,15	16,79	26,27	16,81	17,51	20,98	23,06	23,47	2,93
	0,5	18,39	18,88	19,55	28,18	19,62	22,19	22,78	25,91	25,54	
		% da MS									
CZ	0	8,70	10,26	7,49	7,42	6,80	5,47	5,81	5,74	3,62	3,25
	0,5	10,97	11,31	10,44	10,14	7,54	6,57	7,15	7,85	5,57	
PB	0	4,24	3,55	3,71	4,06	3,22	3,32	3,42	3,52	3,23	5,15
	0,5	4,00	2,90	3,36	3,48	3,38	3,26	3,05	3,12	2,77	
EE	0	1,32	1,41	1,39	1,38	1,34	1,28	1,34	1,28	1,29	4,87
	0,5	1,49	1,46	1,40	1,39	1,38	1,37	1,29	1,38	1,21	
FDNcp	0	70,66	68,64	67,74	66,43	66,83	66,59	63,55	61,20	60,10	0,61
	0,5	67,81	66,19	63,87	62,41	61,49	60,94	57,45	58,76	56,19	
FDAcp	0	43,40	42,24	42,48	41,43	42,41	43,25	43,46	43,58	44,54	0,48
	0,5	40,06	39,12	39,33	39,00	38,27	38,24	38,31	38,27	36,80	

MS = matéria seca; CZ = cinzas; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDAcp = fibra em detergente ácido corrigida para cinzas e proteína e CV = coeficiente de variação.

Tabela 4 – Níveis de probabilidade obtidos para os efeitos de ordem linear, quadrático e cúbico para a composição química da silagem de cana-de-açúcar

	Desdobramento de Interações					Equações	R ²
	Cal	(P- valor)					
		Linear	Quadrático	Cúbica			
MS	0	0,0038	Ns	Ns	$\hat{Y}_{MS} = 10,5282 + 0,6067*B$	28,95	
	0,5	0,0002	Ns	Ns	$\hat{Y}_{MS} = 11,1357 + 0,7211*B$	42,50	
CZ	0	<0,0001	Ns	Ns	$\hat{Y}_{CZ} = 15,5210 - 0,5606*B$	85,63	
	0,5	<0,0001	Ns	Ns	$\hat{Y}_{CZ} = 17,7170 - 0,5860*B$	78,32	
PB	0	0,0009	Ns	Ns	$\hat{Y}_{PB} = 4,7532 - 0,0751*B$	36,14	
	0,5	0,0004	Ns	Ns	$\hat{Y}_{PB} = 4,4092 - 0,0742*B$	39,79	
EE	0	0,0339	Ns	Ns	$\hat{Y}_{EE} = 1,4839 - 0,0096*B$	16,78	
	0,5	<0,0001	Ns	Ns	$\hat{Y}_{EE} = 1,7398 - 0,0236*B$	56,73	
FDNcp	0	<0,0001	Ns	Ns	$\hat{Y}_{FDNcp} = 81,9705 - 1,0443*B$	93,11	
	0,5	<0,0001	Ns	Ns	$\hat{Y}_{FDNcp} = 79,9491 - 1,1762*B$	94,75	
FDAcp	0	0,0007	<0,0001	<0,0001	$\hat{Y}_{FDAcp} = 52,6282 - 1,4583*B + 0,0519*B^2$	69,38	
	0,5	<0,0001	Ns	<0,0001	$\hat{Y}_{FDAcp} = 42,7163 - 0,2650*B$	83,39	

MS = matéria seca; CZ = cinzas; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDAcp = fibra em detergente ácido corrigida para cinzas e proteína, R² = coeficiente de determinação das equações lineares, quadráticas ou cúbicas e Ns = não significativa.

Houve interação ($P < 0,05$) entre níveis de cal e teores de grau Brix para todas as variáveis analisadas. O teor de MS da silagem apresentou aumento linear com o teor de grau Brix, este aumento se correlacionou positivamente com o teor de cal. Para os níveis mais elevados de Brix, foram observados maiores teores de MS para as silagens tratadas com cal.

Os teores de CZ, PB, EE e FDNcp sofreram redução linear ($P < 0,05$) com o aumento do grau Brix, essa redução foi influenciada pelo nível de cal da seguinte forma: as silagens tratadas apresentaram maiores teores de cinzas e de EE, já os teores de FDNcp e PB foram menores nas silagens com cal.

Os valores de EE apresentaram pouca variação, porém houve redução ($P < 0,05$) linear de seus teores com o aumento do grau Brix, e as silagens com cal apresentaram valores mais elevados que as sem tratamento. Os constituintes do EE representam uma parcela muito pequena no percentual total da MS, isso faz com que muitas vezes nem são analisados nos experimentos. Sabe-se que os teores de EE durante os processos de fermentação sofrem pouca influência, sendo assim, torna-se de difícil explicação os resultados encontrados para os teores de EE.

O teor de FDAcp sofreu redução linear para a silagem tratada, enquanto que para a silagem não tratada, observou-se comportamento quadrático, com valor mínimo estimado de 42,46% da MS para o teor de grau Brix de 14,05.

Após a ensilagem, os teores de CZ apresentaram redução com a elevação do grau Brix, obtendo aumento médio de 11,3 e 6,1% da MS para as silagens sem ou com cal, respectivamente. Santos et al. (2009) verificaram aumento no teor de cinzas em silagens de cana-de-açúcar tratadas com 1% de óxido de cálcio, obtendo valor médio de 6,1%. O resultado da concentração das CZ é consequência principalmente das perdas de

componentes solúveis por produção de efluente e pela fermentação alcoólica com consumo de açúcares. Conforme mencionado acima, a utilização da cal resultou em maiores percentuais de CZ, quando comparado as silagens sem tratamento.

Houve redução ($P < 0,05$) nos teores de proteína bruta para as silagens tratadas ou não com cal, com o aumento do grau Brix.

Observa-se que os valores de FDNcp e FDAcp reduziram à medida que o grau Brix aumentou, e que houve acréscimo percentual da fração fibrosa na MS após o processo fermentativo. Isto é consequência das perdas de constituintes solúveis por produção de efluente, Van Soest (1994), e principalmente pela conversão dos açúcares em etanol, resultando no aumento percentual da fração fibrosa.

As silagens de cana-de-açúcar tratadas apresentaram menor elevação dos níveis de FDNcp e FDAcp do que as sem cal, mostrando que o aditivo foi efetivo em reduzir as perdas durante o processo fermentativo. Os teores de FDNcp e FDAcp apresentaram elevação média de 17,1 e 29,0% da MS para silagens sem tratamento e 10,4 e 15,6% da MS para silagens com cal, respectivamente. Estes valores estão acima dos relatados por Santos et al. (2007), que encontraram acréscimo nos teores de FDN e FDA de 14 e 11% da MS para silagens de cana-de-açúcar sem tratamento, e 1,7 e 4,5% da MS para as silagens tratadas com 1 ou 1,5% de óxido ou carbonato de cálcio, respectivamente.

Na Tabela 5 estão representados os valores e efeito de interações para a produção de etanol, nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) e pH das silagens de cana-de-açúcar, tratadas ou não com cal, abertas após 30 dias de fermentação.

Tabela 5 – Parâmetros fermentativos e efeito de interações da silagem de cana-de-açúcar no momento da abertura dos silos experimentais

Itens	Cal	Brix (B)									CV %
		10,8	12	13,7	14,5	15,3	16,3	17,6	18,7	20,9	
		% da MS									
Etanol	0	1,06	1,56	4,97	2,61	6,26	5,61	3,94	3,90	5,37	8,04
	0,5	0,53	0,56	0,46	0,91	0,75	0,80	0,49	0,43	1,24	
		% do Nitrogênio Total									
N-NH ₃	0	9,23	9,61	10,67	8,65	10,78	11,14	10,30	8,56	10,15	5,55
	0,5	8,33	9,17	10,04	8,75	10,56	10,18	10,03	8,34	11,52	
pH	0	3,53	3,43	3,47	3,70	3,53	3,57	3,50	3,47	3,27	1,46
	0,5	3,93	3,90	3,93	4,17	3,97	3,97	3,90	4,07	4,00	
		Desdobramento de Interações									
		(P- valor)									
	Cal	Linear	Quadrático	Cúbica	Equações					R ²	
Etanol	0	Ns	<0,0001	Ns	$\hat{Y}_{ETA} = -19,3563 + 2,6852*B - 0,0737*B^2$					57,21	
	0,5	Ns	Ns	0,0002	$\hat{Y}_{ETA} = -18,4054 + 3,8465*B - 0,2539*B^2 + 0,0055*B^3$					56,97	
N-NH ₃	0	Ns	Ns	Ns	-					-	
	0,5	0,0106	Ns	0,0035	$\hat{Y}_{N-NH3} = 6,8455 + 0,1812*B$					23,37	
pH	0	0,0244	<0,0001	Ns	$\hat{Y}_{pH} = 2,0200 + 0,2120*B - 0,0073*B^2$					54,31	
	0,5	Ns	Ns	Ns	-					-	

N-NH₃ = nitrogênio amoniacal, MS = matéria seca, CV = coeficiente de variação, R² = coeficiente de determinação das equações lineares, quadráticas ou cúbicas e Ns = não significativa.

Avaliando as silagens de cana-de-açúcar que não receberam cal, a produção de etanol comportou-se de forma quadrática ($P < 0,05$) em função do grau Brix. De acordo com a equação quadrática, o valor máximo de etanol (5,10) nas silagens foi estimado com o teor de 18,22 graus Brix. Já nas silagens que receberam tratamento com cal, a produção de etanol apresentou efeito cúbico ($P < 0,05$) com o grau Brix. O valor mínimo de etanol de 0,62 foi estimado com 17,28 graus Brix, enquanto o valor máximo de 0,78 foi estimado com 13,39 graus Brix. Os teores de etanol indicaram diferença numérica entre as silagens sem cal em comparação àquelas tratadas com o aditivo alcalinizante, cujos valores médios foram de 3,92 e 0,69% na MS, respectivamente. Esses valores estão próximos aos obtidos por Santos et al. (2008), que avaliaram silagens de cana-de-açúcar e obtiveram teores de etanol de 4,78 e 0,38% na MS para as silagens controle e tratadas com 1% de cal virgem, respectivamente.

A produção de etanol nas silagens tratadas foi menor que na silagem sem cal, o que indica que o aditivo controlou a intensa atividade das leveduras, que possivelmente foram inibidas pelo ácido fraco produzido no período de fermentação. Segundo McDonald et al. (1991), a produção de etanol representa perdas de aproximadamente 49% de MS dos substratos, e essa perda é composta principalmente de carboidratos solúveis. Os resultados encontrados para as silagens sem tratamento confirmam essa informação, pois nessas silagens verificou-se aumento significativo no teor de etanol ($P < 0,05$), que resultaram nas silagens com maior elevação dos constituintes fibrosos. Portanto, a utilização de 0,5% de óxido de cálcio foi efetiva para reduzir a fermentação alcoólica.

Os teores de N-NH₃ para as silagens de cana-de-açúcar tratadas com cal apresentaram aumento linear significativo ($P < 0,05$) com a elevação dos graus Brix, enquanto na silagem controle, não houve efeito ($P > 0,05$) do grau Brix nos teores de N-

NH₃. Os teores médios de N-NH₃ para as silagens sem ou com cal foram de 9,90 e 9,66% do nitrogênio total, respectivamente. Esses valores podem ser considerados satisfatórios já que ficaram abaixo de 12%, teor que segundo McDonald et al. (1991) é o nível limite abaixo do qual se classificam as silagens como sendo de boa qualidade. Na literatura são escassos os trabalhos que avaliam os valores de nitrogênio amoniacal em silagens de cana-de-açúcar. De acordo com Rodrigues et al. (2005), valores baixos de nitrogênio amoniacal são resultantes da baixa proteólise da atividade das enzimas da planta, já que parte das enzimas vegetais que desintegram a proteína da forragem no interior do silo é ativada somente em pH acima de 5,0. Além disso, este fato se confirma não só pelo baixo pH do presente estudo (média de 3,74), mas também pelo baixo teor de proteína na cana-de-açúcar ensilada, resultando portanto em baixa taxa de proteólise.

O pH das silagens não tratadas apresentou comportamento quadrático em função do grau Brix, sendo o valor máximo de 3,55 estimado para o grau Brix de 14,52. O pH da silagem tratada com cal não foi afetado ($P > 0,05$) pelo grau Brix.

O pH das silagens não aditivadas atingiu valores semelhantes aos encontrados na literatura, próximos de 3,5 (Kung Jr. e Stanley, 1982; Pedroso et al., 2005; Freitas et al., 2006). Os maiores valores numéricos de pH obtidos para as silagens tratadas com óxido de cálcio (em média de 3,98) estão de acordo com os observados na literatura. Balieiro Neto et al. (2005), trabalhando com diferentes doses de óxido de cálcio em silagem de cana-de-açúcar, observaram elevação significativa dos valores de pH final (4,44 para as silagens com 1,0% de cal e 3,66 para a silagem controle). Cavali et al. (2006), ao adicionarem 1,0 e 1,5% de óxido de cálcio à silagem de cana-de-açúcar, observaram valores de 4,3 e 4,8, respectivamente. Segundo Santos et al. (2008), os maiores valores de pH nas silagens tratadas com aditivos alcalinizantes são ocasionados pelo seu poder tamponante, uma vez que a dissociação dos átomos presentes nos aditivos químicos

gera cargas aniônicas capazes de neutralizar os íons hidrogênio oriundos dos ácidos orgânicos produzidos durante a fermentação.

Segundo McDonald et al. (1991), durante o processo de ensilagem de forragens, inicialmente o grupo de microrganismos que atua na acidificação da massa de forragem é o das enterobactérias, as quais sobrevivem até o momento em que bactérias ácido lácticas homofermentativas apresentem condições ideais de desenvolvimento (baixo valor de pH), iniciando a conversão de açúcares em ácido lático. Assim, com a queda de pH, ocorre inibição das enterobactérias prevalecendo então na massa ensilada as bactérias ácido lácticas. Dessa forma, pode-se inferir que a elevação dos valores de pH da ensilagem após a adição do óxido de cálcio, e o efeito antimicrobiano direto da forma hidratada do óxido de cálcio sobre as leveduras, foram os principais fatores que determinaram o padrão fermentativo nas silagens com e sem óxido de cálcio.

Os resultados referentes aos teores de ácido lático, acético, propiônico e butírico produzidos nas silagens de cana-de-açúcar tratadas ou não com cal, com os respectivos desdobramentos das interações, estão representados na Tabela 6.

Tabela 6 – Perfil fermentativo e efeito de interações da silagem de cana-de-açúcar no momento da abertura dos silos experimentais

Itens	Cal	Brix (B)									CV %
		10,8	12	13,7	14,5	15,3	16,3	17,6	18,7	20,9	
		% da MS									
Ácido lático	0	6,5330	8,0117	8,0620	8,4680	6,4647	6,7490	5,7563	8,3230	8,3047	7,29
	0,5	12,3553	13,9830	10,6400	9,6960	14,5590	10,7593	6,1980	10,0870	6,8980	
Ácido acético	0	1,9773	2,2750	1,6660	2,8370	1,5880	1,5887	3,0823	2,3447	2,4403	9,45
	0,5	2,2650	2,2687	3,1223	2,3963	1,0987	2,8253	2,4417	2,2197	2,2027	
Ácido propiônico	0	0,7140	0,7820	0,8780	0,7527	0,8050	0,4867	0,5710	0,5603	0,5790	8,81
	0,5	0,5020	0,6547	0,5620	0,6810	0,3237	0,2557	0,5230	0,4733	0,4760	
Ácido butírico	0	0,0177	0,0137	0,0153	0,0163	0,0087	0,0190	0,0137	0,0120	0,0197	10,81
	0,5	0,0187	0,0117	0,0117	0,0187	0,0147	0,0123	0,0113	0,0163	0,0120	
Desdobramento de Interações											
		(P- valor)									
	Cal	Linear	Quadrático	Cúbica	Equações					R ²	
Ácido lático	0	Ns	Ns	0,0488	$\hat{Y}_{LAT} = -67,8688 + 15,2847*B - 1,0089*B^2 + 0,0217*B^3$					28,48	
	0,5	<0,0001	Ns	Ns						46,67	
Ácido acético	0	Ns	Ns	Ns	$\hat{Y}_{LAT} = 20,0739 - 0,6115*B$					–	
	0,5	Ns	Ns	Ns						–	
Ácido propiônico	0	0,0006	Ns	<0,0001	$\hat{Y}_{PRO} = 1,1079 - 0,0275*B$					38,31	
	0,5	Ns	Ns	Ns						–	
Ácido butírico	0	Ns	Ns	Ns	–					–	
	0,5	Ns	Ns	Ns						–	

MS = matéria seca, CV = coeficiente de variação, R² = coeficiente de determinação das equações lineares, quadráticas ou cúbicas e Ns = não significativa.

O teor de ácido láctico das silagens não tratadas apresentou comportamento cúbico em função do grau Brix, estimando-se a concentração máxima de ácido láctico (8,00% da MS) no grau Brix de 13,17 e a concentração mínima (6,92% da MS) no grau Brix de 17,81. Para as silagens tratadas com óxido de cálcio houve redução linear ($P < 0,05$) da concentração de ácido láctico à medida que o Brix elevou. O achado sugere uma competição entre as bactérias produtoras de ácido láctico com as leveduras produtoras de etanol, onde com o aumento da disponibilidade de carboidratos fermentáveis, essa disputa tendeu a ser favorável para a fermentação alcoólica.

Comparando as silagens sem tratamento com as silagens acrescidas com óxido de cálcio, houve maior concentração numérica de ácido láctico nas silagens com aditivo. De acordo com Alli et al. (1983), quando há alta produção de etanol, significa que houve expressivo desenvolvimento de leveduras, que além de aumentarem as perdas de MS, contribuem para a baixa produção de ácido láctico. Essa afirmação condiz com os resultados encontrados nesse trabalho, onde as silagens de cana-de-açúcar tratadas com óxido de cálcio foram as que apresentaram menor produção de etanol, assim com menores perdas de MS e maior concentração de ácido láctico.

As silagens com menor pH (Tabela 5) apresentaram menores concentrações de ácido láctico. Como o tratamento da cana-de-açúcar com óxido de cálcio resultou em silagens com altos valores de pH e maiores concentrações de ácido láctico no momento da abertura, fica evidente a presença de um sinergismo entre esses parâmetros, o qual contraria a tendência das fermentações clássicas. Isso pode ser explicado pela característica básica do óxido de cálcio que eleva o pH do material, fazendo assim com que seja produzido maior quantidade de ácido láctico para que ocorra boa fermentação e inibição de fermentações indesejáveis.

A correlação positiva do ácido lático com o pH final encontrada no trabalho, assim como a relativa resistência das leveduras em crescer nos ambientes ácidos, faz com que o pH deixe de ser uma importante variável na hora de qualificar uma silagem de cana-de-açúcar.

Os teores de ácido acético e butírico não foram afetados ($P>0,05$) pelos teores de cal e de graus Brix. A concentração de ácido acético apresentou média de 2,20 e 2,32% da MS nas silagens de cana-de-açúcar sem aditivo e nas com óxido de cálcio, respectivamente. As concentrações de ácido acético das silagens avaliadas encontram-se dentro do padrão de ácido acético (1 a 3%) citado como normal por Kung Jr. et al. (2000). Schmidt et al. (2007) encontraram para as silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e microbianos valores médios de 2,3% de ácido acético na MS, que estão bem próximos aos desse trabalho.

Baixos valores de ácido butírico são esperados nas silagens, isso porque sua presença significa que durante o processo fermentativo ocorreu desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium*, significando uma má fermentação. Essas bactérias através do uso de aminoácidos e açúcar produzem ácido butírico que quando em alta concentração reduzem a palatabilidade do material, (McDonald et al., 1991). A média de ácido butírico encontrada foi de 0,02 e 0,01% da MS nas silagens de cana-de-açúcar sem aditivo e com óxido de cálcio, respectivamente. Esses valores próximos de zero, indicam que transformações indesejáveis não ocorreram dentro da massa ensilada. Schmidt et al. (2007), avaliando silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos, encontraram concentração média de ácido butírico de 0,05% da MS.

De acordo com Moon (1983) e McDonald et al. (1991), os ácidos acético e butírico, têm ação sobre o metabolismo de leveduras e fungos filamentosos, e quando o

valor do pH estiver inferior ao seu pKa (constante de dissociação) eles estarão na forma não dissociada, uma vez que a membrana dos microrganismos é permeável a eles, a entrada do ácido é realizada via transporte passivo. No interior das células, os ácidos são dissociados, visto que o pH interno do microrganismo é de aproximadamente 7,0 (superior ao pKa), liberando íons H^+ , ocorrendo assim rápida redução do pH intracelular. Com isso o microrganismo eleva o pH através da expulsão dos íons H^+ , o que implica em gasto de energia por se tratar de um processo de transporte ativo, retardando assim seu crescimento, chegando ao ponto de levá-lo à morte. Com isso a presença de ácido acético nas silagens é muito importante para redução da fermentação alcoólica e para a estabilidade aeróbica.

As silagens de cana-de-açúcar sem tratamento apresentaram efeito linear decrescente ($P < 0,05$) para os teores de ácido propiônico à medida que o grau Brix aumentou. Isso mostra que quanto maior os níveis de açúcares, menor será a produção de ácido propiônico nas silagens sem aditivo. Silva et al. (2008) também encontraram redução do teor de ácido propiônico com o aumento dos carboidratos solúveis. Não houve diferença ($P > 0,05$) para a concentração de ácido propiônico nas silagens tratadas com óxido de cálcio. As concentrações médias de ácido propiônico nas silagens sem tratamento e nas silagens que receberam óxido de cálcio foram 0,68 e 0,49% da MS, respectivamente. De acordo com Mahanna (1993), as silagens podem ser classificadas como de boa qualidade, visto que as concentrações de ácido propiônico estão na faixa de 0 a 1% da MS.

O propionato é um dos ácidos de cadeia curta de maior efeito antimicrobiano, pois reduz o crescimento de leveduras mesmo em pequenas concentrações. Essa característica pode ser atribuída à ação no citoplasma, pela redução do pH celular, impedindo o transporte de aminoácidos entre a membrana celular (Freese et al., 1973).

Portanto, uma boa produção de ácido propiônico nas silagens de cana-de-açúcar resulta em menor fermentação alcoólica.

Os resultados referentes às perdas totais de matéria seca, gases e efluentes nas silagens de cana-de-açúcar tratada ou não com cal, com os respectivos desdobramentos das interações, estão representados na Tabela 7.

Tabela 7 – Perdas fermentativas e efeito de interações da silagem de cana-de-açúcar no momento da abertura dos silos experimentais

Itens	Cal	Brix (B)									CV%
		10,8	12	13,7	14,5	15,3	16,3	17,6	18,7	20,9	
		%									
Perda total de MS	0	8,95	11,19	18,88	21,87	28,32	21,78	22,26	13,76	18,01	5,10
	0,5	8,18	5,73	6,87	11,87	19,64	11,33	15,32	10,99	11,48	
		% da MS									
Perdas por gases	0	10,02	18,69	13,83	13,30	13,11	17,66	8,01	7,20	14,11	7,07
	0,5	6,44	8,31	7,48	1,98	7,54	6,52	2,16	1,96	5,04	
		Kg/t de MV									
Perdas por efluente	0	199,67	198,00	105,33	260,67	99,67	93,00	108,00	79,33	95,67	6,44
	0,5	152,67	117,67	80,33	192,67	110,00	85,33	76,00	65,67	74,00	

Desdobramento de Interações						
	Cal	(P- valor)			Equações	R ²
		Linear	Quadrático	Cúbica		
Perda total de MS	0	Ns	<0,0001	<0,0001	$\hat{Y}_{PMS} = -94,4010 + 14,1380*B - 0,4266*B^2$	63,30
	0,5	Ns	0,0037	Ns	$\hat{Y}_{PMS} = -41,7539 + 6,3788*B - 0,1839*B^2$	37,29
Perdas por gases	0	Ns	Ns	0,0015	$\hat{Y}_{PG} = -334,2383 + 69,7710*B - 4,5236*B^2 + 0,0948*B^3$	48,16
	0,5	0,0063	Ns	Ns	$\hat{Y}_{PG} = 11,7482 - 0,4170*B$	26,24
Perdas por efluente	0	0,0003	Ns	Ns	$\hat{Y}_{EFL} = 338,0470 - 12,8976*B$	41,35
	0,5	0,0007	Ns	Ns	$\hat{Y}_{EFL} = 233,7381 - 8,2211*B$	37,55

MS = matéria seca, MV = matéria verde, t = tonelada, CV = coeficiente de variação, R² = coeficiente de determinação das equações lineares, quadráticas ou cúbicas e Ns = não significativa.

A perda total de MS apresentou comportamento quadrático tanto para as silagens tratadas quanto para as não tratadas com cal, em função do grau Brix. Para as silagens não tratadas a perda máxima de MS (22,73%) foi estimada no grau Brix de 16,57. Já para as silagens tratadas, a perda máxima de MS (13,56%) foi estimada no grau Brix 17,34.

Quanto maior o valor do grau Brix, maiores ($P < 0,05$) foram as perdas totais de matéria seca nas silagens de cana-de-açúcar com e sem tratamento. A elevação da concentração de açúcares solúveis nas silagens favoreceu a uma maior fermentação devido à maior oferta de substrato. Conseqüentemente houve maior produção de etanol e maior desenvolvimento de leveduras, as quais segundo Ranjit & Kung Jr. (2000), têm pH ótimo para desenvolvimento de aproximadamente 3,5 e contribuem significativamente para o aumento nas perdas de MS.

As perdas por gases apresentaram comportamento cúbico para as silagens não tratadas, estimando-se um valor mínimo de 11,54% da MS para o grau Brix de 18,67 e um valor máximo de 16,58% da MS no grau Brix de 13,14. Houve redução linear ($P < 0,05$) nas perdas por gases com o aumento do grau Brix na silagem tratada com cal.

Comparando as silagens de cana-de-açúcar com e sem tratamento, numericamente menores perdas por gases foram encontradas no material acrescido de óxido de cálcio. As silagens sem óxido de cálcio apresentaram perda média por gases de 12,9% da MS, já para as silagens tratadas essa perda foi de 5,3% da MS. Balieiro Neto et al. (2005) avaliaram o efeito de doses de cal virgem na ensilagem da cana-de-açúcar e encontraram perdas gasosas de 9,7% na silagem tratada com 1% desse aditivo.

As silagens de cana-de-açúcar com e sem tratamento, apresentaram redução ($P < 0,05$) das perdas por efluente de forma linear decrescente à medida que o grau Brix

elevou-se. A elevada produção de efluente nas silagens de baixo grau Brix deve-se ao reduzido teor de MS do material no momento da ensilagem. As médias de produção de efluente para as silagens de cana-de-açúcar sem e com óxido de cálcio, foram 137,7 e 106,0 kg/t de MV, respectivamente. Estes valores foram superiores aos encontrados na literatura onde os valores variam em torno de 43,8 kg/t de MV como encontrado por Sousa et al. (2008). Essa grande diferença deve-se principalmente por esse trabalho ter utilizado cana-de-açúcar de baixo teor de MS, onde o grau Brix foi a referência do momento de ensilagem.

Portanto, o tratamento da cana-de-açúcar com 0,5% óxido de cálcio na base da matéria natural, foi efetivo em inibir o crescimento de leveduras, pois as silagens tratadas com este produto apresentaram diminuição da fermentação alcoólica (Tabela 5), menores perdas totais de MS, menor produção de gases e efluente (Tabela 7), mesmo apresentando valores de pH relativamente altos (Tabela 5).

Conclusões

Com o amadurecimento da cana-de-açúcar (aumento do grau Brix), os valores de carboidratos solúveis aumentaram e os teores de matéria seca, proteína bruta e fibra reduziram proporcionalmente.

O uso de 0,5% de óxido de cálcio na ensilagem da cana-de-açúcar resulta em redução na fermentação alcoólica e menores, perdas de matéria seca, produção de gases e de efluentes.

LITERATURA CITADA

- ALCÂNTARA, E.; AGUILERA, A.; ELLIOT, R. Fermentation and utilization by lambs of sugarcane fresh and ensiled with and without NaOH. **Animal Feed Science and Technology**, v. 23, p.323-331, 1989.
- 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.
- AZEVEDO, J.A. **Avaliação nutricional de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum sp.*) e simulação do desempenho de vacas leiteiras**. 2002. 90p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G.R.; NOGUEIRA, J.R et al. Perdas na ensilagem da 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).
- BOLSEN, K.K.; LIN, C.; BRENT, B.E. et al. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.3066-3083, 1992.
- CASTRO NETO, A.G. **Avaliação de silagens de cana-de-açúcar submetidas a diferentes tratamentos**. 2003. 53f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- CAVALI, J.; PEREIRA, O.G.; SOUSA, L.O. et al. Silagem de cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio: composição bromatológica e perdas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006. (CD-ROM).
- FREESE, E.; SHEW, C.; GALLIERS, E. Function of lipophilic acids as antimicrobial food additives. **Nature**, v.24, p.321-325, 1973.
- FREITAS, A.W.P.F.; PEREIRA, J.C.; ROCHA, F.C. et al. Avaliação da qualidade nutricional da silagem de cana-de-açúcar com aditivos microbianos e enriquecida com resíduos da colheita da soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.38-47, 2006.

- KUNG JR., L. Preparation of silage water extracts for chemical analyses. **Standard operating procedure** – 001 2.03.96. Worrlow: University of Delaware – Ruminant Nutrition Laboratory, 1996. 309p.
- KUNG JR., L.; ROBINSON, J.R.; RANJIT, N.K.; et al. Microbial populations, fermentation en-products, and aerobic stability of corn silage treated with ammonia or a propionic acid-based preservative. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 7, p.1479-1486, 2000.
- KUNG JR., L.; STANLEY, R.W. Effect of stage of maturity on the nutritive value of whole-plant sugarcane preserved as silage. **Journal of Animal Science**, v.54, p.689-696, 1982.
- MAHANNA, B. Troubleshooting silage problems. In: STATE APPLIED NUTRITION CONFERENCE, 4., 1993, Wisconsin. **Proceedings...** Wisconsin, 1993. 1-21p.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcomb Publication, 1991. 340p.
- MOON, N.J. Inhibition of the growth of acid tolerant yeasts by acetate, lactate and propionate and their synergistic mixtures. **Journal of Applied Bacteriology**, v.55, p.453-460, 1983.
- NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P.; PEDROSO, A.F. Silagem de cana-de-açúcar In: EVANGEISTA, A.R.; REIS, S.T.; GOMIDE, E.M. (Eds.) **Forragicultura e pastagens: Temas em evidência - Sustentabilidade**. Lavras: UFLA, 2003. 49-72p.
- OLIVEIRA, M.W.; MENDES, L.C.; MARQUES, W.P. et al. Adição de hidróxido de cálcio à silagem de cana. In: CONGRESSO NACIONAL DE ZOOTECNIA, 9., 2004, Brasília. **Anais...** Brasília: ZOOTEC, 2004. (CD-ROM).
- PEDROSO, A.F. **Aditivos químicos e microbianos como inibidores da produção de etanol em silagens de cana de açúcar (*Saccharum officinarum* L.)**. 2003. 120p. Tese (Doutorado em agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F. et al. Dinâmica da fermentação e da microflora epífita em silagem de cana-de-açúcar. **Scientia Agrícola**, v.62, n.5, p.427-432, 2005.
- QUEIROZ, O.C.M. **Associação de aditivos microbianos na ensilagem e o desempenho de vacas em lactação recebendo silagem de cana-de-açúcar comparada a volumosos tradicionais**. 2006. 99p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo, Piracicaba.

- RANJIT, N.K.; KUNG JR., L. The effects of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, or a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.3, p.526-535, 2000.
- RENNÓ, L.N.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F. et al. Indicadores interno ou externo e efeito da contaminação da fibra em detergente neutro sobre a digestibilidade aparente total em novilhos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. (CD-ROM)
- RODRIGUES, A. A.; PRIMAVESI, O.; ESTEVES, S.N. Efeito da qualidade de variedades de cana-de-açúcar sobre o seu valor nutritivo como alimento para bovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.12, p.1333-1338, dez. 1997.
- RODRIGUES, A.A.; CRUZ, G.M.C.; BATISTA, L.A.R. et al. Qualidade de dezoito variedades de cana-de-açúcar como alimento para bovinos. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. 1111-1112p.
- RODRIGUES, P.H.M.; BORGATTI, L.M.O.; GOMES, R.W. et al. Efeito da adição de níveis crescentes de polpa cítrica sobre a qualidade fermentativa e o valor nutritivo da silagem de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 4, p.1138-1145, 2005.
- 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.
- SANTOS, M.C.; NUSSIO, L.G.; MOURÃO, G.B. et al. Nutritive value of sugarcane silage treated with chemical additives. **Scientia Agricola**, v.66, n.2, p.159-163, 2009.
- SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar**. 2006. 228p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- SCHMIDT, P.; MARI, L.J.; NUSSIO, L.G. et al. Aditivos químicos e biológicos na ensilagem de cana-de-açúcar. 1. Composição química das silagens, ingestão, digestibilidade e comportamento ingestivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1666-1675, 2007 (supl.).
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG: UFV, Imprensa Universitária, 2005. 235p.

- SILVA, E.J.A.; BORGATTI, L.M.O.; MEYER, P.M. et al. Efeitos do teor de carboidratos solúveis sobre as características da silagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p.1375-1382, 2008.
- SIMKINS, K.L.; BAUMGARDT, B.R.; NIEDERMEIER, R.P. Feeding value of calcium carbonated-treated corn silage for dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.48, p.1315-1318, 1965.
- SOUSA, D.P.; MATTOS, W.R.S.; NUSSIO, L.G. et al. Efeito de aditivo químico e inoculantes microbianos na fermentação e no controle da produção de álcool em silagens de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p.1564-1572, 2008.
- STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. **SAS user's guide**. Cary: 1999. v.8, 295p.
- Van SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- WOOLFORD, M.K. **The silage fermentation**. Marcel Dekker Inc., New York:, v.14, 1984. 350p.

Silagem de Cana-de-Açúcar com Baixo e Alto Grau Brix, com ou sem 0,5% de Óxido de Cálcio e Silagem de Milho em Dietas para Bovinos – Desempenho Produtivo

Resumo – Objetivou-se avaliar o efeito da silagem de cana-de-açúcar com baixo e alto grau Brix, com ou sem adição de 0,5% de óxido de cálcio e da silagem de milho sobre os consumos e digestibilidades totais, excreção de nitrogênio uréico na urina, desempenho e rendimentos de cortes comerciais da carcaça de bovinos de corte em confinamento em dois experimentos. No experimento 1, foram utilizados 35 bovinos machos inteiros, mestiços Europeu-Zebu (Girolando), com peso corporal (PC) inicial médio de $350 \text{ kg} \pm 32,96 \text{ kg}$, dos quais, cinco compuseram o grupo referência e foram abatidos ao início do experimento, e os outros 30 foram distribuídos em blocos casualizados, com cinco tratamentos e seis blocos (repetições), sendo o peso corporal inicial considerado como critério para a formação dos blocos. No experimento 2, foram utilizados cinco bovinos inteiros, mestiços Europeu-Zebu (Girolando) com PC médio inicial de $350 \pm 18,99 \text{ kg}$, distribuídos em quadrado latino 5x5 incompleto, objetivando determinar as digestibilidades e a produção de proteína microbiana para o experimento de desempenho, utilizando os mesmos tratamentos do experimento 1, ou seja, os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial ($2 \times 2 + 1$) sendo dietas contendo silagens de cana-de-açúcar com alto (20°) e baixo (15°) grau Brix e dois níveis de óxido de cálcio (0 e 0,5%) e silagem de milho, e concentrado ofertado na base de 1% do PC. Cada período experimental teve duração de 21 dias, sendo 18 para adaptação às dietas e três para coletas. Ao final do experimento 1, todos os animais foram abatidos e seus tratos gastrointestinais esvaziados para determinação do peso de corpo vazio (PCVZ). Com exceção dos consumos de fibra em detergente neutro (FDNcp) em % PC, os animais consumindo a dieta contendo silagem de milho (SM) apresentaram melhor ($P < 0,05$) consumo dos demais nutrientes da dieta e melhor ganho de peso (GP). Para as características de carcaça, apenas o rendimento de carcaça em relação ao PC e ao PCVZ não foi afetado ($P > 0,05$) pelos tratamentos, sendo as demais maiores ($P < 0,05$) para animais consumindo a dieta contendo SM, e não diferindo ($P > 0,05$) entre as dietas contendo silagens de cana-de-açúcar (SC). Houve diferença ($P < 0,05$) nos rendimentos dos cortes comerciais da carcaça para animais consumindo a dieta contendo silagem de milho, enquanto para as dietas contendo silagens de cana-de-açúcar não houve diferença

($P > 0,05$). O consumo de MS e o GMD dos animais submetidos às dietas contendo SM e SC foram de 9,82 e 1,48 e de 7,65 e 0,93 kg/dia, respectivamente. Os animais que receberam a dieta contendo silagem de cana-de-açúcar com alto Brix (SCAB) apresentaram ($P < 0,05$) menor consumo de fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) e FDNcp (% PC) em relação aos alimentados com a dieta contendo silagem com baixo Brix (SCBB). Os animais da dieta contendo silagem de cana-de-açúcar com alto Brix tratada (SCTAB) apresentaram menor consumo ($P < 0,05$) de FDNcp e FDNi em (% PC) em relação aos da dieta com SCAB. Os animais que consumiram a dieta contendo SM apresentaram menor ($P < 0,05$) número e tempo de permanência por acesso ao cocho em relação aos das dietas contendo SC. Houve maior digestibilidade ($P < 0,05$), com exceção da proteína bruta e carboidratos não fibrosos, para os nutrientes para a dieta contendo SM em relação às dietas com SC. Entre as dietas contendo SC houve diferença somente para a digestibilidade ($P < 0,05$) da FDNcp, que foi maior para animais consumindo a dieta contendo SCTAB em relação à dieta contendo SCAB. Os animais submetidos à dieta contendo SM tiveram menor ($P < 0,05$) excreção de compostos nitrogenados na urina e maior síntese de proteína bruta microbiana em relação aos animais alimentados com dietas contendo SC, não havendo diferença ($P > 0,05$) entre as dietas contendo SC. Conclui-se que animais alimentados com silagem de milho apresentaram maior consumo, desempenho e digestibilidade em relação àqueles alimentados com silagens de cana-de-açúcar e que o uso da cal na ensilagem da cana-de-açúcar não foi efetivo para alterar os consumos e as digestibilidades dos nutrientes e conseqüentemente o desempenho de bovinos mestiços recebendo concentrado na base de 1% do peso corporal.

Palavras-chave: silagem de cana-de-açúcar, desempenho, consumo, digestibilidade, derivados de purina, silagem de milho.

Sugar cane silage with low and high Brix degree, with or without 0.5% of calcium oxide and corn silage in diets for cattle – Productive Performance

Abstract: Objectived to evaluate the effect of sugar cane silage with low and high Brix degree, with or without 0.5% of calcium oxide addition and the corn silage on the intakes and totals digestibilities, excretion of ureic nitrogen in urine, performance and commercial cuts income of carcass of feedlot beef cattle in two experiments. In the experiment I, were used 35 steers, European-Zebu crossbred, with an average initial body weight (BW) of 350 ± 32.96 kg, five of whom were slaughtered at the beginning of the experiment (reference group), and the other 30 were distributed in randomized blocks, with five treatments and six blocks (replicates), considering the body weight as a criterion for blocks. In experiment II, were used five steers, European-Zebu crossbred with an average initial body weight (BW) of 350 ± 18.99 kg, distributed in a 5x5 design incomplete Latin square, aiming to determine the digestibility and the microbial protein production for the performance experiment, using the same treatments of the experiment I, in other words, the treatments were arranged in a factorial (2x2+1) with diets containing sugar cane silage with high (20°) and low (15°) Brix degree and two levels of calcium oxide (0 and 0.5%) and corn silage, and concentrate offered on the base of 1% of the BW. Each experimental period had 21 days, where 18 were adaptation to the diets and three for data collection. At the end of the experiment I, all of the animals were slaughtered and their gastrointestinal tracts were emptied to determine the empty body weight (EBW). Except for the neutral detergent fiber (NDFcp) intake in % BW, the diet containing corn silage (CS) showed better ($P < 0.05$) intake of other nutrients from the diet and better weight gain (WG). For the carcass features, only the carcass income in relation to the BW and EBW was not affected ($P > 0.05$) by the diets, and the other carcass features were higher ($P < 0.05$) for the diets containing CS, not occurred difference ($P > 0.05$) between diets containing sugar cane silage (SC). There were differences ($P < 0.05$) in the incomes of the commercial cuts of the carcass of animals receiving diets containing corn silage, while for diets containing sugar cane silage no differences were found ($P > 0.05$). The DM intake and the ADG of animals fed with the diets containing CS and SC were 9.82 and 1.48 and of 7.65 and 0.93 kg/day, respectively. The animals that received the diet containing sugar cane silage with high Brix (SCAB) had ($P < 0.05$) lower intake of indigestible neutral detergent fiber (iNDF) and NDFcp (% BW), than

those that received the diet containing sugar cane silage with low Brix (SCBB). The animals that received the diet containing sugar cane silage treated with high Brix (SCTAB) had less intake ($P<0.05$) of NDFcp and iNDF (% BW), than those that received the containing SCAB. The animals that received the diet containing CS presented lower ($P<0.05$) access number and greater time of stay for access to the trough, in relation to those with the diet containing SC. The diet containing CS had a higher digestibility ($P<0.05$) for all the nutrients, except for the crude protein (CP) and the non-fiber carbohydrates (NFC) which do not differed in relation to the diets containing SC. Between the diets containing SC, there were ($P<0.05$) difference in the NDFcp digestibility, that were higher for the animals that received the diet containing SCTAB in relation to the diet containing SCAB. The animals that received the diet containing CS showed lower ($P<0.05$) excretion of nitrogenous compounds in urine and higher ($P<0.05$) synthesis of microbial crude protein in relation to the animals with diets containing SC, there were not effect ($P>0.05$) between the diets containing SC. It is concluded that the animals which received corn silage had higher intake, performance and digestibility in relationship to those fed with diets containing sugar cane silage, and the lime used in the sugar cane silage were not efficient to change the intake, digestibility of the nutrients and the performance of beef cattle that received concentrate on the base of 1% of the BW.

Key words: sugar cane silage, performance, intake, digestibility, purine derivates, corn silage.

Introdução

A cana-de-açúcar destaca-se entre as gramíneas tropicais utilizadas como forragem, como alternativa para minimizar a nutrição inadequada dos ruminantes. A facilidade de seu cultivo, a execução da colheita no período seco do ano e o alto potencial de produção de matéria seca e energia por unidade de área tornam essa forrageira um alimento de grande interesse dos produtores. No entanto, a utilização do potencial produtivo da cana-de-açúcar em larga escala requer o corte de talhões de forma concentrada e a eliminação do corte diário.

A ensilagem representa uma solução operacional por eliminar o corte diário, o que possibilita rebrota mais uniforme e maior eficiência dos tratos culturais (Valvasori et al., 1995). No processo de ensilagem de cana-de-açúcar, o principal problema são as perdas decorrentes da elevada produção de álcool etílico, gás carbônico e água pelas leveduras. Para isso é necessário o uso de aditivos como o óxido de cálcio, o qual vai atuar no controle das leveduras, reduzindo dessa forma as perdas dos açúcares pela fermentação alcoólica (Roth et al., 2008).

Junto à idéia de controle fermentativo das silagens de cana-de-açúcar com o uso de aditivos químicos, surge a linha de raciocínio da possibilidade de utilizar uma cana-de-açúcar com menor teor de açúcar para ensilagem. A idéia se baseia no fato de o açúcar ser o principal substrato para fermentação alcoólica. Dessa forma, ensilando um material com menor teor de carboidratos solúveis, ou seja, cana-de-açúcar com baixo grau Brix, não seria necessário o tratamento da mesma. Apenas o baixo nível de substrato limitaria o crescimento das leveduras fermentadoras. Outras vantagens seriam a possibilidade de dois cortes por ano do canavial, possibilitando maior produção de

matéria seca por hectare, a parede celular teria maior digestibilidade na cana-de-açúcar imatura (baixo Brix) do que na madura (alto Brix), o que possibilitaria maior consumo de matéria seca pelos animais (Castro Neto, 2003).

Apesar da crescente demanda por informações sobre a ensilagem da cana-de-açúcar, observa-se reduzido desenvolvimento científico em relação ao uso de aditivos para o controle da produção de etanol e aumento da estabilidade aeróbica dessas silagens, que são aspectos fundamentais nesta forma de preservação da forragem. Trabalhos nesta linha de estudo, avaliando o desempenho produtivo, rendimentos de corte cárneos e digestibilidade são escassos.

Sendo assim, essa pesquisa foi conduzida para avaliar o efeito da ensilagem de cana-de-açúcar com baixo e alto grau Brix, com ou sem 0,5% de cal micropulverizada e da silagem de milho sobre os consumos, digestibilidades aparentes totais, desempenho, rendimento de cortes comerciais da carcaça, área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea, excreção de nitrogênio uréico na urina e comportamento ingestivo de bovinos de corte em confinamento.

Material e Métodos

Dois experimentos foram conduzidos no Laboratório de Animais e de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG. No primeiro experimento, foram utilizados 35 animais mestiços Europeu-Zebu (Girolando), com peso corporal (PC) inicial médio de 350 kg \pm 32,96 kg e idade aproximada de 24 meses, e no segundo experimento, cinco novilhos mestiços Europeu-Zebu com PC inicial médio de 350 kg \pm 18,99 kg.

Experimento 1

Os animais foram confinados em cinco baias coletivas com área total de 50 m², sendo 8,0 m² cobertos com telhas de zinco. Cada baia continha seis cancelas eletrônicas tipo "Calan Gate" com cocho individualizado onde diariamente pesava-se o volumoso e concentrado ofertado assim como a sobra após 24 horas, de tal forma que o consumo foi obtido para cada animal, bem como o número de acessos ao cocho e o tempo de permanência.

Foi utilizado delineamento em blocos casualizados, com cinco tratamentos e seis repetições, sendo o peso corporal inicial usado como critério para formação dos blocos. Os tratamentos foram arranjados em esquema fatorial (2x2+1), sendo as dietas compostas de silagens de cana-de-açúcar com alto (20°) e baixo (15°) grau Brix e dois níveis de óxido de cálcio (0 e 0,5%) e a silagem de milho, fornecidas à vontade, e concentrado ofertado na proporção de 1% do peso corporal (PC). Uma mistura de ureia/sulfato de amônio (9:1) foi usada para corrigir os teores de proteína bruta de todos os volumosos para aproximadamente 11% na base da matéria seca, sendo usada porcentagens médias de 1,67 e 3,33% na base da matéria seca, respectivamente, para a silagem de milho e as silagens de cana-de-açúcar. Todas as dietas apresentaram aproximadamente 12% de proteína bruta, valor descrito no BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2006) como necessário para atender as exigências protéicas para manutenção e ganho de peso entre 1,2 a 1,5 kg/dia.

O momento da ensilagem da cana-de-açúcar foi definido de acordo com o grau Brix, medido por refratômetro de campo, sendo usado um Brix baixo (15°) para cana-de-açúcar imatura e alto (20°) para cana-de-açúcar madura.

A cana-de-açúcar foi triturada em máquina ensiladeira acoplada ao comando de força do trator, sendo o material acondicionado em uma carreta, que foi pesada vazia e

cheia (tratamento sem cal), obtendo-se assim o peso médio da cana triturada em cada carreta. Posteriormente, foi calculada a quantidade de cal necessária para cada carreta, sendo essa então distribuída uniformemente na saída da picadeira. Os silos do tipo superfície (3 metros de largura na base por 20 metros de comprimento e 1,5 metros de altura) foram compactados com trator e cobertos com lâmina de polietileno seguida de uma camada de terra de 5 cm na superfície e 20 cm na lateral. Após 30 dias os silos foram abertos e fornecidos aos animais.

A proporção dos ingredientes na mistura de concentrados e a composição dos volumosos e concentrado podem ser vistos nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1 - Proporção dos ingredientes no concentrado, na base da matéria seca

Ingredientes	Proporção
Farelo de soja	17,37
Sorgo moído fino	79,40
Calcário Calcítico ou Areia ¹	1,25
NaCl	0,98
Mistura mineral ²	1

¹ - Para as dietas contendo silagem de cana de açúcar tratada com 0,5% de cal, o calcário foi substituído por areia lavada e seca. ² - Fosbovi 40 (níveis de garantia por quilo): Ca – 240 g, I – 90 mg, P – 174 g, Mg – 2000 mg, Zn – 5270 mg, Se – 15 g, Co – 100 mg, F – 1740 mg, Cu – 1250 mg, Fe – 1795 mg, veículo q.s.p. – 1000 g)

O ensaio teve duração de 84 dias, divididos em três períodos de 28 dias, após 15 dias de adaptação. Na fase de adaptação, a alimentação foi fornecida à vontade, duas vezes ao dia, pela manhã e a tarde, e o consumo mensurado diariamente. Após o período de adaptação, procedeu-se uma nova pesagem dos animais, após 16 horas de jejum de sólidos, que foi repetida a cada 28 dias. Antes de iniciar o experimento, foram abatidos cinco animais, representativos dos demais, para se obter o rendimento de carcaça e o peso de corpo vazio inicial, sendo esses animais denominados de referência. Os pesos dos animais foram utilizados para o ajuste da quantidade de concentrado fornecido no período seguinte, visto que este foi ajustado em função do peso corporal dos animais.

Tabela 2 – Composição dos volumosos corrigidos com ureia e do concentrado utilizados nas dietas experimentais, expressa na base da matéria seca

Itens	SM	SCTAB	SCAB	SCTBB	SCBB	CONC
MS (%)	31,87	23,56	23,25	20,42	21,87	89,00
MO	94,25	92,86	95,48	92,35	94,63	96,02
PB ¹	11,18	11,86	12,22	12,30	12,12	17,03
NNP ¹	8,22	9,80	10,22	10,02	10,29	-
EE ¹	2,61	1,51	1,61	1,54	1,55	2,80
FDNcp ¹	48,10	57,64	60,62	63,43	67,34	14,30
CNF ¹	44,74	41,99	41,70	34,96	33,59	61,89
FDAcp ¹	25,44	37,06	37,69	40,30	43,33	-
FDNi ¹	18,80	30,39	34,99	32,89	38,33	5,81
FDAi ¹	11,51	20,08	21,54	22,04	27,02	1,70
LIG ¹	5,21	6,51	6,13	8,41	7,28	1,20
ETANOL ¹	0,09	0,92	5,00	0,78	4,33	-
A. ACÉTICO ¹	2,26	2,05	2,26	2,46	2,20	-
A. BUTÍRICO ¹	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	-
A. LÁTICO ¹	8,97	8,13	8,92	10,67	6,37	-
A. PROPIÔNICO ¹	0,49	0,53	0,72	0,54	0,66	-
pH	3,50	4,00	3,50	3,90	3,45	-

1 - % na matéria seca.

MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; NNP = nitrogênio não protéico; EE = extrato etéreo; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CNF = carboidratos não fibrosos; FDNi = FDN indigestível; FDAcp = fibra em detergente ácido corrigida para cinzas e proteína; FDAi = FDA indigestível; LIG = lignina; SM = silagem de milho; SCTAB = silagem de cana-de-açúcar com alto Brix tratada; SCAB = silagem de cana-de-açúcar com alto Brix; SCTBB = silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix tratada; SCBB = silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix; CONC = concentrado.

A quantidade de volumoso fornecida diariamente foi calculada para permitir sobras de no máximo 5%.

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 a -20°C. As compostas semanais de sobras e do volumoso foram levadas à estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas e, em seguida, moídas em moinho com peneira de malha de 1 mm. Depois de moídas, as amostras de sobras de cada animal foram proporcionalmente pesadas e homogeneizadas, compondo uma amostra composta por cada período de 28 dias seguindo, assim, para análises laboratoriais subsequentes.

Para determinação da fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), amostras de todos os volumosos, sobras e concentrado foram incubadas no rúmen de um animal durante 264 horas, conforme sugerido por Oliveira et al. (2008), usando sacos de Ankom (F57).

As análises de matéria seca (MS), nitrogênio total (PB), extrato etéreo (EE) e cinzas (CZ) foram feitas seguindo procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002). A fibra em detergente neutro (FDN) e a fibra em detergente ácido (FDA) foram determinadas pela técnica da autoclave, segundo Rennó et al. (2002), sendo quantificados os teores de PB e cinzas da FDN e da FDA, conforme descrito por Silva & Queiroz (2002), para determinação da FDN e FDA corrigidas (FDN_{cp} e FDA_{cp}).

Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados como proposto por Hall (2000):

$$\text{CNF} = 100 - [(\% \text{PB} - \% \text{PB derivada da ureia} + \% \text{ de ureia}) + \% \text{FDN}_{cp} + \% \text{EE} + \% \text{cinzas}].$$

O abate final dos animais foi conduzido, onde a definição do tratamento a ser abatido foi de forma aleatória, sendo os animais pertencentes a um determinado tratamento abatidos por cada dia. Todos os abates ocorreram após jejum de sólidos de 16 horas, sendo realizado por concussão cerebral, seguido de veneseção da jugular e da carótida, conforme Instrução Normativa N° 3 de 13/01/2000 (Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue), sendo o sangue recolhido em recipiente plástico e pesado. Após o abate, o aparelho gastrointestinal (rúmen, retículo, omaso, abomaso e intestinos delgado e grosso) de cada animal foi esvaziado e lavado. Os pesos do coração, pulmões, fígado, baço, rins, gordura interna, carne industrial, mesentério, cauda e aparas, juntamente com os do trato gastrointestinal lavado, foram somados aos das demais partes do corpo (carcaça, cabeça,

couro, pés e sangue) para determinação do peso de corpo vazio (PCVZ). A relação obtida entre o PCVZ e o peso corporal (PC) dos animais referência foi utilizada para a estimativa do PCVZ inicial dos animais que permaneceram em alimentação.

Após o abate, a carcaça de cada animal foi dividida em duas meia carcaças, as quais foram pesadas e, em seguida, resfriadas em câmara fria a 4°C, durante 18 horas. Decorrido este tempo, as meia carcaças foram retiradas da câmara fria para a pesagem e realização de medidas de espessura de gordura e de área de olho de lombo, mensuradas na região compreendida entre a 12^a e 13^a costelas. A meia carcaça direita de cada animal foi separada entre a quinta e a sexta costelas, em traseiro e dianteiro. O dianteiro de cada animal compreendeu os cortes acém, paleta completa e ponta de agulha, enquanto o traseiro especial foi representado pelo coxão e alcatra completa.

Os teores de etanol, de ácidos graxos voláteis (AGV) e de ácido lático foram determinados em extratos aquosos das amostras de silagem, obtidos segundo o método descrito por Kung Jr. (1996). Para isso, 25 g de amostra úmida das silagens foram processados em 225 mL de solução de Ringer (Oxoid), utilizando-se liquidificador, durante 1 minuto. Em seguida, o material foi filtrado em papel-filtro Whatman® 54, acidificado com ácido sulfúrico a 50% e centrifugado (5000 g) por 15 minutos, sendo o extrato líquido resultante armazenado em congelador (-5°C) até o momento das análises. O pH foi determinado nos extratos, antes da filtragem, por intermédio de peagâmetro digital.

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.

Os teores de ácido láctico foram determinados por cromatografia líquida de alta *performance* (HPLC) em aparelho da marca Shimadzu, modelo SPD-10A VP, acoplado ao Detector Ultravioleta (UV), utilizando-se comprimento de ondas de 210 nm. Utilizou-se coluna SCR – 101 H, medindo 30 cm x 7,9 mm de diâmetro com fluxo na coluna de 0,8 ml/minuto a 24 kgf. A fase móvel consistiu de água em 1% de ácido ortofosfórico, a um volume de 20 microlitros.

Os ácidos acético, propiônico e butírico foram determinados em cromatógrafo a gás, modelo CG – 17A marca Shimadzu, equipado com detector FID. Para registro e análise dos cromatogramas, o aparelho estava acoplado a um microcomputador, utilizando-se o programa GC Solution. Os compostos foram separados e identificados em uma coluna capilar Nukol (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 = 5. O gás nitrogênio foi utilizado como carreador com velocidade linear programada para 43,2 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 220°C e 250°C. A temperatura inicial da coluna foi de 100°C (mantida por 5 minutos), aumentando em 10°C por minuto até atingir 185°C (mantida por 20 minutos),

totalizando 33,5 minutos de análise. O fluxo do gás de arraste na coluna foi de 1,0 mL/minuto.

Os resultados foram avaliados por intermédio do procedimento PROC GLM SAS (SAS, 1999) e as comparações entre médias foram realizadas através de contrastes ortogonais, adotando-se 0,05 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I (Kaps & Lamberson, 2004). Os contrastes avaliados foram: 1 - dieta contendo silagem de milho *versus* dietas contendo silagens de cana-de-açúcar; 2 - dieta contendo silagem de cana-de-açúcar com alto Brix (SCAB) *versus* dieta contendo silagem de cana de açúcar com baixo Brix (SCBB); 3 - dieta contendo silagem de cana-de-açúcar de alto Brix tratada com cal (SCTAB) *versus* dieta contendo silagem de cana-de-açúcar com alto Brix (SCAB); 4 - dieta contendo silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix tratada com cal (SCTBB) *versus* dieta contendo silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix (SCBB).

Experimento 2

Os cinco animais foram mantidos em baias individuais, equipadas com comedouros e bebedouros individuais, sendo distribuídos em um quadrado latino 5x5 incompleto. O experimento foi conduzido em quatro períodos, cada um com duração de 21 dias, sendo dezoito para adaptação às dietas e três para coletas. Os cinco tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial 2x2+1, sendo os volumosos constituídos de silagem de cana-de-açúcar com dois níveis de óxido de cálcio (0 ou 0,5%) e dois graus Brix (15 e 20°) e silagem de milho, fornecidas à vontade, e concentrado ofertado na proporção de 1% do peso corporal (PC). A mistura ureia/sulfato de amônio (9:1) foi usada para corrigir o teor de proteína bruta de todos os volumosos para aproximadamente 11%, e todas as dietas tiveram aproximadamente

12% de proteína bruta, valor descrito no BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2006) como necessário para atender as exigências para ganho de peso entre 1,2 a 1,5 kg/dia.

A alimentação foi fornecida em duas refeições diárias, às 7:00 e às 15:00 horas, procurando-se manter 5% de sobras. Os animais foram pesados antes de receberem a alimentação no período da manhã, no início e no final de cada período experimental.

As dietas utilizadas e os procedimentos de alimentação dos animais foram idênticos aos descritos para o *experimento 1*.

Na Tabela 3 encontra-se a composição média dos volumosos e do concentrado experimental utilizados.

Tabela 3 – Composição dos volumosos corrigidos com ureia e do concentrado utilizados nas dietas experimentais, expressa na base da matéria seca.

Itens	SM	SCTAB	SCAB	SCTBB	SCBB	CONC
MS (%)	32,60	23,74	23,12	20,41	21,87	89,00
MO ¹	93,84	93,70	95,38	92,99	94,13	96,02
PB ¹	10,97	11,32	11,85	11,66	11,84	17,03
NNP ¹	8,01	9,34	9,94	9,47	10,01	-
EE ¹	2,47	1,36	1,39	1,49	1,57	2,80
FDNcp ¹	48,40	54,78	59,60	62,58	65,47	14,30
CNF ¹	41,47	45,39	42,76	36,01	34,52	61,89
FDACP ¹	26,06	33,85	36,50	41,73	42,34	-
FDNi ¹	18,64	30,42	34,20	34,50	39,96	5,81
FDAi ¹	11,51	20,08	21,54	22,04	27,02	1,70
LIG ¹	5,21	6,51	6,13	8,41	7,28	1,20
ETANOL ¹	0,09	0,92	5,00	0,78	4,33	-
A. ACÉTICO ¹	2,26	2,05	2,26	2,46	2,20	-
A. BUTÍRICO ¹	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	-
A. LÁTICO ¹	8,97	8,13	8,92	10,67	6,37	-
A. PROPIÔNICO ¹	0,49	0,53	0,72	0,54	0,66	-
pH	3,50	4,00	3,50	3,90	3,45	-

1 - % na matéria seca.

MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; NNP = nitrogênio não protéico; EE = extrato etéreo; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CNF = carboidratos não fibrosos; FDNi = FDN indigestível; FDACP = fibra em detergente ácido corrigida para cinzas e proteína; FDAi = FDA indigestível; LIG = lignina; SM = silagem de milho; SCTAB = silagem de cana-de-açúcar com alto Brix tratada; SCAB = silagem de cana-de-açúcar com alto Brix; SCTBB = silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix tratada; SCBB = silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix; CONC = concentrado.

Coletas totais de fezes e de urina foram efetuadas do dia 18 ao dia 21 de cada período experimental. A coleta de urina foi feita utilizando-se funil coletor adaptado ao animal, onde uma mangueira de borracha, acoplada ao funil, conduziu a urina até o recipiente plástico contendo 250 mL de solução de ácido sulfúrico (H_2SO_4) a 20%, para evitar a perda de nitrogênio. Ao final de cada dia de coleta, uma amostra de urina foi diluída em 40 mL de H_2SO_4 0,036 N e congelada a $-20^\circ C$ para posterior determinação dos derivados de purinas, segundo Valadares et al. (1999), e uma amostra homogeneia de fezes ao final de cada dia foi pré-secada e moída, onde ao final foi feita uma composta dos três dias de coleta de forma proporcional ao peso em MS das fezes excretadas a cada dia pelo animal. Também foi congelada uma amostra de urina sem diluir para determinação de ureia.

Quatro horas após a alimentação, foi feita a coleta de sangue para determinação das concentrações de ureia. As amostras de sangue foram coletadas utilizando-se tubos contendo gel acelerador de coagulação, sendo as amostras imediatamente centrifugadas a 5000 rpm por 15 minutos e o soro congelado a $-15^\circ C$ para posteriores análises.

Para determinação da fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), amostras de todos os volumosos, sobras e concentrado foram incubadas no rúmen de um animal durante 264 horas, conforme sugerido por Oliveira et al. (2008), usando sacos de Ankon (F57).

As análises de matéria seca (MS), nitrogênio total (PB), extrato etéreo (EE), e cinzas (CZ) foram feitas seguindo procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002). A fibra em detergente neutro (FDN) foi determinada pela técnica da autoclave, segundo Rennó et al. (2002), sendo quantificados os teores de PB e cinzas da FDN, conforme Silva & Queiroz (2002), para determinação da FDN corrigida (FDNcp).

Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados como proposto por Hall (2000):

$$\text{CNF} = 100 - [(\% \text{PB} - \% \text{PB derivada da ureia} + \% \text{ de ureia}) + \% \text{FDNcp} + \% \text{EE} + \% \text{cinzas}].$$

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados por:

$$\text{NDT} = \% \text{PBdigestível} + \% \text{FDNcpdigestível} + \% \text{CNFdigestível} + (2,25^* \% \text{EEdigestível}).$$

No soro e na urina foram determinadas as concentrações de ureia, por meio de sistema enzimático-colorimétrico pelo método urease, utilizando-se *kits* comerciais (Labtest Diagnóstica S.A.). A concentração de nitrogênio uréico no soro (NUS) foi obtida por meio do produto da concentração da ureia multiplicada por 0,466, correspondente ao teor de N na ureia.

O nitrogênio total urinário foi determinado pelo método Kjeldahl.

Nas amostras de urina diluída foram realizadas as análises de derivados de purinas (alantoína e ácido úrico). As análises de alantoína foram realizadas pelo método colorimétrico, conforme técnica descrita por Chen & Gomes (1992). Já a análise de ácido úrico foi realizada por meio do método enzimático-Trinder, utilizando-se *kits* comerciais (Labtest Diagnóstica S.A.).

As purinas microbianas absorvidas (X , mmol/dia) foram calculadas a partir da excreção de derivados de purinas na urina (\hat{Y} , mmol/dia), por intermédio da equação: $\hat{Y} = 0,80X + 0,301 \text{ PV}^{0,75}$, onde 0,80 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados urinários de purinas e $0,301 \text{ PV}^{0,75}$ a contribuição endógena para a excreção de purinas (Barbosa, 2009).

A síntese de compostos nitrogenados microbianos no rúmen (\hat{Y} , g N/dia) foi calculada em relação às purinas absorvidas (X , mmol/dia), por meio da equação: $\hat{Y} =$

$70X \div (0,93*0,137*1000)$, em que 70 representa o conteúdo de nitrogênio (N) nas purinas (mg N/mmol); 0,93, a digestibilidade das purinas microbianas e 0,137, a relação N-purina:N total nas bactérias (Barbosa, 2009). A eficiência microbiana foi expressa em g PB microbiana/kg de NDT ingerido (g PBmic/kg NDT).

Os resultados foram avaliados por intermédio do procedimento PROC GLM SAS (SAS, 1999), adotando-se 0,05 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I, sendo as comparações entre médias realizadas através de contrastes ortogonais, semelhantes aos descritos para o experimento 1, e pelo teste de “t” (Kaps & Lamberson, 2004).

Resultados e Discussão

Experimento 1

O efeito dos diferentes volumosos sobre os consumos de MS total, MO, PB, EE, FDNcp, CNF, FDNi e NDT em novilhos mestiços pode ser observado na Tabela 4.

Verifica-se que os consumos de todos os nutrientes, independente da forma de expressão, com exceção do consumo de FDNcp (% PC), foram maiores ($P < 0,05$) para as dietas contendo silagem de milho em relação às dietas contendo silagem de cana-de-açúcar. A superioridade nos consumos de MO, PB, EE, FDNcp e CNF foi ocasionada pela maior ingestão de matéria seca pelos animais que receberam a dieta contendo SM ($P < 0,05$).

Tabela 4 – Médias, coeficientes de variação (CV) e contrastes obtidos para os consumos de matéria seca total (MST), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos não fibrosos (CNF), FDN indigestível (FDNi) e nutrientes digestíveis totais (NDT) obtidas para bovinos alimentados com dietas contendo silagem de milho (SM), silagem de cana-de-açúcar com alto Brix tratada (SCTAB), silagem de cana-de-açúcar com alto Brix (SCAB), silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix tratada (SCTBB) e silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix (SCBB)

Itens	Tratamentos					CV%	Contrastes *			
	SM	SCTAB	SCAB	SCTBB	SCBB		1	2	3	4
Consumos (kg/dia)										
MST	9,82	7,52	7,73	7,58	7,76	8,9	<0,0001	0,5140	0,9400	0,8835
MO	9,21	6,98	7,29	7,05	7,28	8,9	<0,0001	0,3335	0,9776	0,8522
PB	1,12	1,00	1,03	1,03	1,02	6,88	0,0062	0,6117	0,8105	0,4269
EE	0,27	0,16	0,17	0,16	0,16	8,1	<0,0001	0,5109	0,7319	0,5560
FDNcp	3,31	2,78	3,00	3,03	3,28	1,0	0,0468	0,0707	0,1165	0,1791
CNF	4,84	3,62	3,70	3,38	3,38	8,7	<0,0001	0,7764	0,1022	0,2241
FDNi	1,31	1,38	1,61	1,44	1,74	9,3	0,0013	<0,0001	0,1096	0,5025
NDT ⁵	7,14	5,41	5,59	5,44	5,62	-	-	-	-	-
Consumos (% PC)										
MST	2,52	1,98	2,03	2,00	2,08	5,4	<0,0001	0,1957	0,4740	0,7661
FDNcp	0,85	0,73	0,79	0,80	0,88	8,0	0,0946	0,0219	0,0223	0,0813
FDNi	0,34	0,37	0,42	0,38	0,47	7,7	<0,0001	<0,0001	0,0198	0,3818

*1 - SM vs demais tratamentos; *2 - SCAB vs SCBB; *3 - SCTAB vs SCAB; *4 - SCTBB vs SCBB; 5 - NDT estimado usando o consumo médio de MS vezes o teor de NDT obtido no experimento 2.

A maior ingestão de MS obtida pela dieta contendo SM pode ser explicada pelo menor teor de FDNi dessa dieta (Tabela 2), considerando que o enchimento ruminal é diretamente proporcional ao consumo de FDNi. Junqueira (2006) mencionou que a ingestão de MS pode ser negativamente afetada em função da porção fibrosa dos alimentos e de sua digestibilidade. O álcool produzido na fermentação alcoólica nas silagens de cana-de-açúcar também pode provocar possível rejeição ou diminuição do consumo de MS pelo animal, conforme verificado por Schmidt et al. (2004).

Ribeiro et al. (2000), Magalhães et al. (2004), Mendonça et al. (2004) e Sousa (2003) também encontraram maiores consumos ($P < 0,05$) de FDN em dietas à base de SM em relação àquelas contendo cana-de-açúcar.

A limitação na ingestão de MS pelos animais que receberam silagens de cana-de-açúcar pode ser explicada, principalmente, pelo maior teor de FDNi dessas dietas, 34,15 e 18,80% de FDNi na MS nas dietas contendo silagens de cana-de-açúcar e silagem de milho, respectivamente. Sendo assim a fibra indigestível provoca o enchimento ruminal, onde o rúmen repleto impossibilita o animal a consumir mais alimento (Allen, 1997).

O consumo médio de MS observado por Schmidt (2006) em animais alimentados com silagem de cana-de-açúcar sem tratamento, tratada com ureia ou benzoato foi de 7,2 kg MS/dia, valor este muito próximo aos obtidos neste trabalho, 7,65 kg MS/dia, para os tratamentos com silagens de cana-de-açúcar (Tabela 4).

Não foram observados efeitos ($P > 0,05$) para os consumos médios de MS total, MO, PB, EE, FDNcp e CNF entre as dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com alto ou baixo Brix (SCAB x SCBB), exceto para os consumos de FDNcp (% PC) e FDNi, que foram maiores ($P < 0,05$) para as dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix (Tabela 4). Este fato pode ser explicado devido a silagem de cana-de-açúcar com alto Brix ter apresentado menores teores de FDNcp e FDNi. Isso se deve ao maior teor de carboidratos solúveis na dieta contendo SCAB, levando a um efeito de “diluição” da porcentagem dos constituintes da parede celular vegetal.

De acordo com Van Soest (1994), com o passar do tempo ocorre o processo de maturação fisiológica da planta, onde se tem acúmulo de carboidratos estruturais da parede celular e sua lignificação, diminuindo o valor nutricional do alimento. A cana-

de-açúcar passa por este processo, porém observa-se que com o avançar da maturação a digestibilidade total eleva-se. Isso é explicado pelo aumento dos carboidratos solúveis à medida que a planta amadurece e conseqüentemente, acarreta aumento do valor energético representado pelo conteúdo celular. Entretanto, quando se avalia a fibra em si, o amadurecimento diminui a digestibilidade da mesma devido à lignificação. Portanto, conclui-se que apesar da SCAB possuir menor teor de FDNi na matéria seca, sua fibra é mais indigestível que das dietas contendo SCBB, por causa da menor taxa de digestão ruminal da FDNcp.

Nota-se que não houve diferença nos consumos de MS e demais nutrientes ($P>0,05$) entre as dietas à base de silagem de cana-de-açúcar tratada com alto Brix (SCTAB) e silagem de cana-de-açúcar com alto Brix (SCAB), exceto para os consumos de FDNcp e FDNi, ambos em % PC, que foram maiores ($P<0,05$) para a dieta contendo SCAB (Tabela 4). Esse maior consumo pode ser explicado pelos menores teores de FDNcp e FDNi na MS da SCTAB (Tabela 2). Esse fato se deve, provavelmente, à menor perda de carboidratos solúveis durante o processo fermentativo da SCTAB.

Evangelista et al. (2003), avaliando o perfil de fermentação na ensilagem da cana-de-açúcar, observaram elevação do teor de FDN de 55,6 para 75,6% após 50 dias de fermentação.

Entre as dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix tratada (SCTBB) ou não (SCBB) com cal, não houve diferença ($P>0,05$) para os consumos de todos os nutrientes, sendo obtidas as médias para consumo de MS de 7,58 e 7,76 kg/dia ou 2,00 e 2,08% PC, respectivamente (Tabela 4). Schmidt (2006) não encontrou diferença no consumo de matéria seca, quando comparou a silagem de cana-de-açúcar

pura e com aditivos. Isto permite inferir que o uso da cal durante a ensilagem de cana com baixo Brix não afeta o consumo dos nutrientes.

Os ganhos médios diários de peso (GMD), de carcaça (GCARC), peso corporal final (PCF), peso de corpo vazio final (PCVZf), peso da carcaça (CARC), peso de corpo vazio em relação ao peso corporal (PCVZ/PC), rendimento de carcaça em relação ao peso corporal final (RCARC/PC), rendimento de carcaça em relação ao peso de corpo vazio (RCARC/PCVZ) e peso dos órgãos em relação ao peso de corpo vazio (ORG/PCVZ) podem ser observados na Tabela 5.

Tabela 5 – Médias, coeficientes de variação (CV) e contrastes obtidos para os ganhos médios diários de peso corporal (GMD) e de carcaça (GCARC), peso corporal final (PCF), peso de corpo vazio final (PCVZf), peso da carcaça (CARC), peso de corpo vazio em relação ao peso corporal (PCVZ/PC), rendimentos de carcaça em relação ao peso corporal final (RCARC/PC) e em relação ao peso de corpo vazio (RCARC/PCVZ) e peso dos órgãos em relação ao peso de corpo vazio (ORG/PCVZ) em novilhos mestiços alimentados com dietas contendo silagem de milho (SM), silagem de cana-de-açúcar com alto Brix tratada (SCTAB), silagem de cana-de-açúcar com alto Brix (SCAB), silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix tratada (SCTBB) e silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix (SCBB)

Itens	Tratamentos					CV%	Contrastes *			
	SM	SCTAB	SCAB	SCTBB	SCBB		1	2	3	4
	kg/dia									
GMD	1,48	0,89	0,93	0,95	0,96	16,1	<0,0001	0,7147	0,7517	0,5571
GCARC	1,01	0,58	0,64	0,61	0,61	24,0	<0,0001	0,6776	0,7951	0,7951
	kg									
PCF	507,67	444,92	450,67	449,75	436,75	8,8	0,0023	0,8269	0,5540	0,8366
PCVZf	450,56	383,95	389,78	383,81	371,51	9,3	0,0004	0,8314	0,3981	0,9949
CARC	278,75	235,48	241,15	237,65	230,80	11,2	0,0022	0,9581	0,5177	0,8918
	%									
PCVZ/PC	88,75	86,24	86,59	85,24	85,08	2,6	0,0081	0,9109	0,2557	0,4468
RCARC/PC	56,17	54,26	54,95	54,05	54,24	4,4	0,1131	0,6589	0,6133	0,8828
RCARC/PCVZ	63,26	62,90	63,46	63,38	63,74	2,4	0,8789	0,4606	0,7493	0,5807
ORG/PCVZ	16,64	15,20	14,87	15,38	15,26	10,8	<0,0001	0,6183	0,7487	0,8668

*1- SM vs demais tratamentos; *2- SCAB vs SCBB; *3- SCTAB vs SCAB; *4- SCTBB vs SCBB.

Os animais alimentados com a dieta contendo silagem de milho (SM) apresentaram maiores ($P>0,05$) ganhos de peso médio diário (GMD), de carcaça (GCARC), maior peso corporal final (PCF), peso de corpo vazio final (PCVZf), peso da carcaça (CARC) maior relação PCVZ/PC e ORG/PCVZ em relação aqueles submetidos às dietas contendo silagem de cana-de-açúcar (Tabela 5). A superioridade da dieta contendo SM sobre os demais tratamentos pode ser explicada pelo maior consumo dos nutrientes.

Avaliando dietas contendo 50% de volumoso, constituídas de silagens de cana-de-açúcar com 0, 0,5 e 1,0% de óxido de cálcio e silagem de milho, Chizzotti et al. (2009) encontraram ganho médio diário de peso de 0,89; 1,13; e 1,34 kg, respectivamente. Estes valores foram próximos aos encontrados neste trabalho para silagem de cana-de-açúcar sem tratamento, tratada e SM, que foram em média de 0,95; 0,91 e 1,48 kg/dia, respectivamente.

Esta superioridade da SM sobre os demais tratamentos não refletiu ($P>0,05$) sobre os rendimentos de carcaça (Tabela 5). Isso mostra que mesmo tendo maior ganho de peso e de carcaça, os animais que receberam dietas contendo silagem de milho não obtiveram rendimento de carcaça superior, ou seja, proporcionalmente ao ganho corporal total, o ganho de carcaça foi semelhante em relação aos animais que receberam as dietas contendo silagens de cana-de-açúcar.

Os resultados do rendimento de carcaça observados nesse experimento foram superiores àqueles que são comumente observados na prática em frigoríficos comerciais no Brasil. Moletta & Restle (1996) encontraram rendimentos de carcaça de 51% em novilhos Charolês alimentados com cana-de-açúcar.

Nenhuma diferença foi observada ($P>0,05$) no GMD, GCARC, PCF, PCVZf, peso da carcaça, PCVZ/PC, rendimentos de carcaça e relação ORG/PCVZ entre os animais alimentados com dietas contendo silagens de cana-de-açúcar (Tabela 5).

Andreatta (2008, dados ainda não publicados), estudando dietas contendo 80% de volumoso, observou que o desempenho foi superior para dietas com silagem de milho e não diferiu entre as dietas contendo silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,75 ou 1,50% de óxido de cálcio e cana-de-açúcar *in natura*.

Avaliando-se a relação ORG/PCVZ (Tabela 5), observou-se que as dietas contendo SM resultaram em maior peso ($P<0,05$) em relação às demais dietas contendo silagens de cana-de-açúcar sendo 16,64 e 15,18%, respectivamente. Este resultado deve-se aos animais que receberam dieta contendo SM terem apresentado maior ganho médio diário de peso ($P<0,05$) associado a um rendimento de carcaça que não diferiu ($P>0,05$), quando comparado aos que receberam dietas contendo silagens de cana-de-açúcar. Conseqüentemente, a relação ORG/PCVZ dos animais com dietas contendo SM deveria ser maior. Não houve diferença ($P>0,05$) entre as dietas contendo silagens de cana-de-açúcar para a relação ORG/PCVZ, talvez por terem recebido dietas muito semelhantes, fazendo com que o consumo de FDN e de energia (NDT) fossem próximos (Tabela 4). Como são os principais determinantes do crescimento do trato gastrointestinal, não se observou diferenças na relação ORG/PCVZ.

Na Tabela 6 estão apresentadas as médias, coeficientes de variação (CV) e contrastes sobre perdas por gotejamento em quilos (GOTEJ), comprimento de carcaça em centímetros (COMP), área de olho de lombo, expressa em centímetros quadrados (AOL) e espessura de gordura subcutânea expressa em milímetros (EGS).

Tabela 6 – Médias, coeficientes de variação (CV) e contrastes obtidos para perdas por resfriamento (RESF), comprimento de carcaça (COMP), área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS) em novilhos mestiços alimentados com dietas contendo silagem de milho (SM), silagem de cana-de-açúcar com alto Brix tratada (SCTAB), silagem de cana-de-açúcar com alto Brix (SCAB), silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix tratada (SCTBB) e silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix (SCBB)

Itens	Tratamentos					CV%	Contrastes *			
	SM	SCTAB	SCAB	SCTBB	SCBB		1	2	3	4
RESF (kg)	2,27	2,71	2,61	2,57	2,61	10,0	0,0052	0,7701	0,9822	0,3462
COMP	134,83	132,33	130,67	132,17	129,67	3,0	0,0557	0,2091	0,6654	0,9424
AOL	94,12	83,87	87,70	73,38	74,22	14,4	0,0143	0,6358	0,0614	0,1403
EGS	1,64	1,08	1,16	1,43	1,10	47,6	0,1172	0,6340	0,8734	0,3296

*1- SM vs demais tratamentos; *2- SCAB vs SCBB; *3- SCTAB vs SCAB; *4- SCTBB vs SCBB.

Não foram observadas ($P > 0,05$) diferenças para o comprimento de carcaça e espessura de gordura subcutânea entre as carcaças avaliadas, independentemente das dietas às quais os animais foram submetidos (Tabela 6). Os animais que receberam dieta contendo SM deveriam apresentar maior espessura de gordura em relação aos dos demais tratamentos, em função do maior consumo, digestibilidade e densidade energética para essa dieta. Uma explicação para essa ausência de efeito seria pelo fato dos animais usados serem inteiros e com grau de sangue holandês, cujos pesos de abate foram ainda insuficientes para atingir uma espessura de gordura adequada. Demonstrando que a energia consumida estava sendo direcionada para ganho de massa protéica, mesmo no tratamento com silagem de milho, não sobrando para o ganho de gordura, daí a ausência de diferença na EGS.

As EGS relatadas neste experimento apresentaram resultados superiores aos encontrados por Moletta & Restle (1996) que registraram valores de 1,16 mm.

As carcaças dos animais alimentados com dieta contendo SM resultaram ($P < 0,05$) em menor perda de peso após resfriamento (RESF), em relação às dietas de cana-de-açúcar (Tabela 6), provavelmente em função do maior peso e tamanho das carcaças (Tabelas 5 e 6), resultando em menor área superficial para perda de líquidos por resfriamento.

As carcaças dos animais que receberam dieta contendo SM apresentaram, em média, maior área de olho de lombo ($P < 0,05$) em relação aos outros tratamentos, com média de 94,12 e 79,79 cm², respectivamente. Essa diferença pode ser resultante de uma correlação positiva entre ganho de carcaça e área de olho de lombo.

Não houve diferença ($P > 0,05$) entre as dietas contendo silagem de cana-de-açúcar quanto às variáveis RESF, COMP, AOL e EGS (Tabela 6). Isso mostra que o uso da cal ou a utilização de cana-de-açúcar com alto Brix não foi suficiente para alterar qualquer dessas variáveis, ou seja, não houve vantagem alguma de usar cal na ensilagem da cana-de-açúcar, em relação a essas características.

Os efeitos dos diferentes tratamentos sobre os rendimentos dos cortes de acém, coxão, alcatra, paleta e ponta de agulha em novilhos mestiços estão representados na Tabela 7.

Tabela 7 – Médias, coeficientes de variação (CV) e contrastes obtidos para os rendimentos de acém, coxão, alcatra, paleta e ponta de agulha em novilhos mestiços alimentados com dietas contendo silagem de milho (SM), silagem de cana-de-açúcar com alto Brix tratada (SCTAB), silagem de cana-de-açúcar com alto Brix (SCAB), silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix tratada (SCTBB) e silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix (SCBB)

Itens	Tratamentos					CV%	Contrastes *			
	SM	SCTAB	SCAB	SCTBB	SCBB		1	2	3	4
	Kg									
Acém	24,02	23,53	23,53	23,04	23,22	7,64	0,4046	0,9085	0,7696	0,6380
Coxão	27,16	28,70	28,38	28,14	28,62	4,8	0,0471	0,8858	0,7632	0,4800
Alcatra	17,62	17,78	17,82	17,58	17,56	3,5	0,8206	0,9637	0,4787	0,5920
Paleta	17,48	17,93	18,26	18,71	18,57	4,6	0,0303	0,7734	0,5315	0,1203
P. Agulha	13,77	12,15	12,08	12,52	12,01	3,5	<0,0001	0,1182	0,7760	0,1520

*1- SM vs demais tratamentos; *2- SCAB vs SCBB; *3- SCTAB vs SCAB; *4- SCTBB vs SCBB.

Os animais da dieta contendo silagem de milho apresentaram menores ($P < 0,05$) rendimentos de coxão, paleta e maior rendimento de ponta de agulha. Para os rendimentos de acém e alcatra, não houve diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos. Essas diferenças podem ser explicadas devido os animais serem mestiços, o que pode levar a uma conformação de carcaça diferente para cada animal, sendo assim difícil a inferência de uma possível superioridade ou não no rendimento dos cortes.

Também não houve diferença ($P > 0,05$) para nenhum dos rendimentos, quando foram comparados os animais das dietas contendo silagem de cana-de-açúcar (Tabela 7). Pode-se afirmar que o resultado é um reflexo dos dados obtidos nos ganhos de peso, peso corporal final, peso de corpo vazio final e rendimentos de carcaça, os quais também não apresentaram diferenças entre essas dietas.

O número de acessos ao cocho (ACE), tempo de permanência em minutos no cocho durante vinte e quatro horas (TD) e tempo total de permanência em minutos no cocho por visita (TV) podem ser vistos na Tabela 8.

Tabela 8 – Médias, coeficientes de variação (CV) e contrastes obtidos para o número de acessos ao cocho (ACE), tempo total de permanência em minutos no cocho durante vinte e quatro horas (TD) e tempo de permanência em minutos no cocho por visita (TV) em novilhos mestiços alimentados com dietas contendo silagem de milho (SM), silagem de cana-de-açúcar com alto Brix tratada (SCTAB), silagem de cana-de-açúcar com alto Brix (SCAB), silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix tratada (SCTBB) e silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix (SCBB)

Itens	Tratamentos					CV%	Contrastes *			
	SM	SCTAB	SCAB	SCTBB	SCBB		1	2	3	4
	número									
ACE	54,17	69,50	65,17	69,33	71,00	15,5	0,0043	0,7508	0,3301	0,9776
	min/dia									
TD	186,33	224,50	221,33	266,67	273,50	21,4	0,0144	0,9293	0,0834	0,1574
	min/acesso									
TV	3,83	3,50	3,33	3,83	4,00	33,5	0,7710	1,0000	0,3610	0,6458

*1- SM vs demais tratamentos; *2- SCAB vs SCBB; *3- SCTAB vs SCAB; *4- SCTBB vs SCBB.

Observou-se que não houve diferença ($P>0,05$) para o tempo de permanência, em minutos, no cocho por visita (TV) entre os tratamentos, significando que os animais permaneceram no cocho se alimentando durante um mesmo período de tempo, a cada vez que buscaram alimento (Tabela 8). No entanto, para o número de acessos (ACE) e o tempo diário total de permanência no cocho (TD), houve diferença significativa ($P<0,05$), em que para a dieta contendo SM as médias foram de 54,17 acessos e 186,33 min/dia, respectivamente, valores esses ($P<0,05$) em relação às dietas contendo silagem de cana-de-açúcar (68,75 acessos e 246,50 min/dia). Isso mostra que apesar do tempo de visita ter sido semelhante ($P>0,05$), fica claro que a dieta contendo SM realmente foi mais palatável e de maior densidade energética, assim como de maior digestibilidade, visto que mesmo tendo maior consumo médio de MS (Tabela 4) em relação aos demais tratamentos, o número de acessos foi menor, o que refletiu em menor tempo total no cocho, restando assim aos animais maior espaço de tempo para a ruminação e ócio.

Portanto, observou-se que o número de acessos se correlacionou negativamente com o desempenho animal, pois animais alimentados com dietas contendo silagem de milho tiveram menor número de acessos e menor tempo total de permanência no cocho por dia, e maiores consumo de matéria seca e ganho de peso, quando comparados àqueles alimentados com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar (Tabela 8). Essa observação indica que o tempo gasto com ingestão de alimentos não determina, necessariamente, a magnitude do consumo e que outros fatores influenciam essa variável, como por exemplo, a taxa de consumo.

Não houve diferença ($P>0,05$) entre as dietas contendo silagem de cana-de-açúcar sobre o número de acessos ao cocho, o tempo total de permanência em minutos no cocho durante vinte e quatro horas e o tempo de permanência em minutos no cocho por visita. A ausência de efeitos significativos no comportamento ingestivo pode ser explicada pela composição das silagens testadas, onde a ingestão média de MS e de FDN em kg/dia foi semelhante para todas as silagens de cana-de-açúcar (Tabela 4).

Schmidt (2006), avaliando o comportamento ingestivo de animais alimentados com silagem de cana-de-açúcar, obteve tempos médios diários de ingestão de ração de 230,6 min/dia, dado este semelhante ao encontrado neste experimento para as dietas contendo silagem de cana-de-açúcar, onde as médias variaram de 221,33 a 273,50 min/dia, ou seja, os animais gastaram entre 3,7 a 4,6 horas por dia se alimentando (Tabela 8).

Experimento 2

O efeito das diferentes silagens sobre os consumos de MS total, MO, PB, EE, FDNcp, CNF, NDT e FDNi pode ser observado na Tabela 9.

Tabela 9 – Médias, coeficientes de variação (CV) e contrastes obtidos para os consumos de matéria seca total (MST), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos não fibrosos (CNF), nutrientes digestíveis totais (NDT) e fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) em novilhos mestiços alimentados com dietas contendo silagem de milho (SM), silagem de cana-de-açúcar com alto Brix tratada (SCTAB), silagem de cana-de-açúcar com alto Brix (SCAB), silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix tratada (SCTBB) e silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix (SCBB)

Itens	Tratamentos					CV%	Contrastes *			
	SM	SCTAB	SCAB	SCTBB	SCBB		1	2	3	4
Consumos (kg/dia)										
MST	8,55	7,13	6,74	6,33	6,93	4,1	<0,0001	0,4990	0,3894	0,0055
MO	7,97	6,63	6,38	5,95	6,47	3,8	<0,0001	0,3419	0,6568	0,0058
PB	0,95	0,90	0,92	0,87	0,92	4,0	0,3913	0,2838	0,9460	0,6064
EE	0,23	0,14	0,14	0,14	0,15	8,0	<0,0001	0,6669	0,2867	0,7866
FDNcp	3,05	2,59	2,58	2,47	2,89	6,7	0,0039	0,0602	0,3943	0,0468
CNF	4,17	3,74	3,52	3,83	3,22	3,3	0,0004	0,0026	0,0115	0,6251
NDT	6,16	5,08	4,86	4,67	4,95	3,2	<0,0001	0,4317	0,3367	0,3025
FDNi	1,23	1,36	1,40	1,20	1,59	6,6	0,0138	0,0015	0,0170	0,0358
Consumos (% PC)										
MST	2,35	1,95	1,86	1,74	1,91	4,1	<0,0001	0,3674	0,4350	0,0064
FDNcp	0,84	0,70	0,71	0,68	0,80	6,7	0,0038	0,0495	0,0456	0,4005
FDNi	0,34	0,37	0,38	0,33	0,43	6,9	0,0153	0,0017	0,0180	0,0392

*1- SM vs demais tratamentos; *2- SCAB vs SCBB; *3- SCTAB vs SCAB; *4- SCTBB vs SCBB.

Os animais alimentados com a silagem de milho apresentaram maior ($P < 0,05$) consumo de todos os nutrientes, em relação aos designados às demais dietas (Tabela 9), exceto para o consumo de PB que não diferiu ($P > 0,05$) entre os tratamentos. Esses resultados foram próximos aos obtidos pelos animais de desempenho (Tabela 4). Os maiores consumos de MO, EE, CNF e NDT foram consequência da maior ingestão de MS pelos animais alimentados com a dieta contendo silagem de milho.

Dietas para ruminantes contendo cana-de-açúcar acarretam em menor consumo de MS, provavelmente em função da baixa digestibilidade da porção fibrosa desse alimento, consequente de uma menor taxa de digestão da mesma no rúmen (Preston, 1982), ou pelo elevado teor de FDNi dessas dietas, o que causa enchimento ruminal.

A ingestão de MS é afetada quando bovinos consomem forragens de espécies diferentes, independentemente da estratégia de alimentação. Então, torna-se evidente que a digestibilidade da fibra exerce grande efeito no consumo de MS (Allen, 1991), ou seja, o consumo é uma função da fração indigestível da dieta.

Os consumos médios de MST, MO, PB, EE e FDNcp (kg/dia) não diferiram ($P>0,05$) entre as dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com alto e baixo grau Brix (Tabela 9). Já os consumos de FDNcp (% PC) e de FDNi foram maiores ($P<0,05$) para as dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix (Tabela 9). Este fato pode ser explicado devido a silagem de cana-de-açúcar de alto Brix ter menor teor de FDNcp e FDNi, quando comparada à silagem de baixo Brix (Tabela 3). Isto pode ser explicado pelo aumento do teor de carboidratos solúveis com o amadurecimento da cana-de-açúcar, fazendo com que diminua a porcentagem dos constituintes da parede celular vegetal. Fato esse evidenciado pelo maior consumo ($P<0,05$) de CNF observados nas dietas contendo silagens de cana-de-açúcar com alto Brix em relação às silagens de cana-de-açúcar com baixo Brix (Tabela 9).

Comparando-se os resultados obtidos pelas dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com alto Brix tratada com cal (SCTAB) e dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com alto Brix (SCAB), observou-se ausência de efeito do tratamento com cal ($P>0,05$) sobre os consumos médios de MS, MO, PB, EE, FDNcp (kg/dia) e NDT (Tabela 9).

Houve diferença ($P<0,05$) no consumo de FDNcp (% PC) e FDNi, assim como para CNF (kg/dia) entre as dietas contendo silagem de cana-de-açúcar tratada com alto Brix *versus* dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com alto Brix. Um maior consumo de FDNcp para os animais que receberam a dieta com silagem de cana-de-

açúcar com alto Brix seria esperado, visto que esse volumoso possuía maior teor de fibra e menor teor de CNF em relação à dieta com silagem de cana-de-açúcar tratada com alto Brix (Tabela 3). Castro Neto et al. (2003) verificaram elevação dos teores de FDN de 55,1 para 72,9% na cana-de-açúcar ensilada sem aditivos.

De acordo com Corrêa et al. (2003), os carboidratos solúveis são a fração de carboidratos mais digestível da cana-de-açúcar. O consumo de carboidratos solúveis por microrganismos durante a fermentação da massa ensilada ocasiona elevação proporcional da fração fibrosa e reduz o valor nutritivo da silagem. De fato, as silagens tratadas com óxido de cálcio apresentaram menor teor de etanol em relação às não tratadas.

Os animais alimentados com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar tratada com alto Brix tiveram menor ingestão de FDNi e maior ingestão de CNF ($P < 0,05$), em relação ao tratamento SCAB, demonstrando que o óxido de cálcio reduziu de certa forma a perda de carboidratos solúveis pela fermentação alcoólica.

Avaliando as dietas contendo silagem de cana-de-açúcar tratada com baixo Brix e dieta com silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix, observou-se que não houve diferença ($P > 0,05$) para os consumos de PB, EE, CNF e NDT (Tabela 9). No entanto, animais que consumiram dieta contendo silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix tiveram maior consumo de MS ($P < 0,05$) comparados aos que receberam dietas contendo silagem de cana-de-açúcar tratada com baixo Brix (Tabela 9). Um dos motivos deste maior consumo de MS seria explicado pela característica dessa silagem, que provavelmente apresentou maiores perdas nutricionais durante a fermentação quando comparada à silagem de cana-de-açúcar tratada com baixo Brix. Fazendo com

que o animal ingerisse maior quantidade de matéria seca para atender sua exigência energética de acordo com o ganho.

Balieiro et al. (2005) observaram que a adição de óxido de cálcio na cana-de-açúcar triturada para ensilagem contribuiu para a preservação de nutrientes solúveis. Segundo os autores, provavelmente, esse evento ocorreu pelo fato da cal inibir o desenvolvimento de leveduras, amenizando a perda de valor nutritivo durante a ensilagem e após a abertura do silo.

Os consumos de MO, FDN_{cp} e FDN_i foram maiores ($P < 0,05$) nas dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix quando comparada à dieta com silagem de cana-de-açúcar tratada com baixo Brix (Tabela 9). O maior consumo de MO é resultado do maior consumo de MS e menor teor de cinzas na silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix (Tabela 3), justamente porque não recebeu cal.

Com a maior ingestão de MS e maior teor de FDN_i na dieta com silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix comparada à dieta contendo silagem de cana-de-açúcar tratada com baixo Brix, poder-se-ia esperar maior consumo de FDN_i na primeira, o que realmente foi encontrado (Tabela 9).

As médias, coeficientes de variação (CV) e contrastes obtidos para digestibilidade aparente total dos nutrientes são mostradas na Tabela 10.

Tabela 10 – Médias, coeficientes de variação (CV) e contrastes obtidos para a digestibilidade aparente total da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos não fibrosos (CNF) e os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) em novilhos mestiços alimentados com dietas contendo silagem de milho (SM), silagem de cana-de-açúcar com alto Brix tratada (SCTAB), silagem de cana-de-açúcar com alto Brix (SCAB), silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix tratada (SCTBB) e silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix (SCBB)

Itens	Tratamentos					CV%	Contrastes *			
	SM	SCTAB	SCAB	SCTBB	SCBB		1	2	3	4
	Digestibilidades (%)									
MS	66,91	59,63	59,73	59,82	61,35	2,9	0,0002	0,3949	0,2409	0,8960
MO	67,82	62,69	62,45	63,79	63,41	2,7	0,0016	0,7388	0,4724	0,4147
PB	69,23	75,30	72,54	75,30	72,50	2,2	0,5271	0,6692	0,9753	0,1071
EE	76,67	73,50	71,45	74,05	69,63	4,6	0,0472	0,0972	0,4757	0,8288
FDNcp	56,25	44,71	42,98	46,78	49,01	5,5	0,0001	0,8611	0,0145	0,3162
CNF	78,86	79,33	81,99	81,96	81,25	2,0	0,4144	0,4393	0,5432	0,3255
NDT	72,45	70,84	72,49	71,84	72,3	2,2	0,4320	0,6786	0,8757	0,1403

*1- SM vs demais tratamentos; *2- SCAB vs SCBB; *3- SCTAB vs SCAB; *4- SCTBB vs SCBB

As digestibilidades aparentes da MS, MO, EE e FDNcp foram maiores ($P < 0,05$) para a dieta contendo silagem de milho em relação às dietas contendo silagem de cana-de-açúcar. A maior digestibilidade aparente da MS da dieta contendo silagem de milho pode ser explicada pelo menor teor de lignina (Tabela 3) dessa dieta que provavelmente resulta em melhoria na digestibilidade da FDNcp, quando comparado com as dietas contendo silagem de cana-de-açúcar.

Avaliando-se a digestibilidade aparente da PB e dos CNF, observou-se que essas não diferiram ($P > 0,05$) entre os tratamentos avaliados (Tabela 10). Isto pode ser explicado pelo fato de ter ocorrido correção do teor de PB dos volumosos para aproximadamente 11% na base da MS, que resultou em maiores percentuais de ureia/sulfato de amônio nas dietas contendo silagens de cana-de-açúcar, fazendo com que a digestibilidade da PB não diferisse entre os tratamentos. A ausência de efeito

significativo para a digestibilidade aparente total dos CNF, provavelmente ocorreu em virtude da elevada quantidade de carboidratos solúveis presentes nas silagens de cana-de-açúcar.

A ausência de diferença no teor de NDT entre o tratamento com SM e as dietas com SC deve-se, provavelmente, ao maior tempo de retenção ruminal, maior teor de ureia/sulfato de amônio e menor relação volumoso/concentrado para as dietas contendo SC.

Não houve diferença para as digestibilidades totais de todos os nutrientes e para os teores de NDT, quando foram comparadas as dietas contendo as silagens de cana-de-açúcar (SCAB x SCBB ou SCTAB x SCAB ou SCTBB x SCBB), com exceção da digestibilidade da FDNcp que foi maior ($P < 0,05$) para a SCTAB em comparação à dieta contendo SCAB (Tabela 10). Isto pode ser explicado pelo fato da cal poder causar um possível aumento da digestibilidade da FDNcp. Segundo Klopfenstein (1980), de acordo com a ação do aditivo, pode ocorrer aumento da solubilidade da lignina e da sílica, mas o teor de lignina normalmente não é alterado.

A ausência de diferença obtida para a digestibilidade da FDNcp, quando foram comparadas as dietas de silagem de cana-de-açúcar de baixo Brix tratadas ou não com cal pode ter sido em decorrência da existência de menor teor de lignina, em termos de porcentagem em relação à fibra, nas silagens de cana-de-açúcar com baixo Brix.

As médias, coeficientes de variação (CV) e contrastes para a concentração de nitrogênio uréico no soro (NUS) e a excreção urinária de nitrogênio uréico (ENU) estão apresentadas na Tabela 11.

Tabela 11 – Médias, coeficientes de variação (CV) e contrastes obtidos para a concentração de nitrogênio uréico no soro (NUS) e excreção urinária de nitrogênio uréico (ENU) em novilhos mestiços alimentados com dietas contendo silagem de milho (SM), silagem de cana-de-açúcar com alto Brix tratada (SCTAB), silagem de cana-de-açúcar com alto Brix (SCAB), silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix tratada (SCTBB) e silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix (SCBB).

Itens	Tratamentos					CV%	Contrastes *			
	SM	SCTAB	SCAB	SCTBB	SCBB		1	2	3	4
	mg/dL									
NUS	10,42	15,72	15,77	14,69	16,71	17,9	0,0081	0,4652	0,6392	0,6066
	mg/kgPV									
ENU	136,67	176,54	198,03	181,52	229,71	18,4	0,0156	0,0814	0,2358	0,8454

*1- SM vs demais tratamentos; *2- SCAB vs SCBB; *3- SCTAB vs SCAB; *4- SCTBB vs SCBB.

A concentração de NUS e ENU foi menor ($P < 0,05$) para as dietas contendo silagem de milho, possivelmente em virtude dessa dieta ter sido adicionada de menor quantidade da mistura ureia/sulfato de amônio, indicando melhor utilização do N para os animais na dieta à base de SM. De acordo com Harmeyer & Martens (1980), a concentração plasmática de ureia é o principal determinante da excreção de ureia urinária. Existe relação linear crescente entre a excreção de N-uréico e a concentração de N-uréico plasmática, (Rennó et al., 2000).

Não houve diferença ($P > 0,05$) na concentração de NUS e excreção ENU entre as dietas contendo silagem de cana-de-açúcar, visto que continham mesmo teor de ureia no volumoso. Valadares et al. (1997), em estudo realizado com novilhos alimentados com dieta contendo 12,0% de PB, observaram nível médio de NUS de 15,70mg/dL, valor este bem próximo ao valor médio encontrado neste trabalho de 15,72mg/dL para dietas contendo silagem de cana-de-açúcar.

Estão apresentadas na Tabela 12, as médias, coeficientes de variação (CV) e contrastes para as excreções urinárias de alantoína, derivados de purinas totais, purinas

microbianas absorvidas, relação alantoína:derivados de purinas totais, compostos nitrogenados microbianos no rúmen, síntese de proteína bruta microbiana ruminal e eficiência de síntese microbiana em função dos diferentes tratamentos.

Tabela 12 – Médias, coeficientes de variação (CV) e contrastes obtidos para as excreções urinárias de alantoína (ALA), derivados de purinas totais (DP), purinas microbianas absorvidas (Pabs), relação alantoína:derivados de purinas totais (ALA:DP), síntese de compostos nitrogenados microbianos no rúmen (Nmic) e de proteína bruta microbiana ruminal (PBmic) e eficiência de síntese microbiana (Efic) em novilhos mestiços alimentados com dietas contendo silagem de milho (SM), silagem de cana-de-açúcar com alto Brix tratada (SCTAB), silagem de cana-de-açúcar com alto Brix (SCAB), silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix tratada (SCTBB) e silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix (SCBB)

Itens	Tratamentos					CV%	Contrastes *			
	SM	SCTAB	SCAB	SCTBB	SCBB		1	2	3	4
	mmol/dia									
ALA	182,01	146,00	147,67	139,69	174,60	12,5	0,0300	0,1104	0,0986	0,6729
DP	185,19	148,20	150,56	142,23	177,21	12,4	0,0287	0,1073	0,1045	0,6927
Pabs	199,33	153,24	156,15	145,63	189,32	14,8	0,0292	0,1086	0,1066	0,6878
	porcentagem									
ALA:DP	98,39	98,49	97,99	98,16	98,60	0,6	0,8237	0,9205	0,2172	0,4874
	g/dia									
Nmic	109,51	84,19	85,79	80,01	104,01	14,8	0,0292	0,1086	0,1067	0,6877
PBmic	684,44	526,19	536,19	500,08	650,08	14,8	0,0292	0,1086	0,1066	0,6878
	g de PBmic/kg de NDT									
Efic	113,79	110,34	118,27	119,17	139,30	12,9	0,3989	0,1179	0,1004	0,4578

*1- SM vs demais tratamentos; *2- SCAB vs SCBB; *3- SCTAB vs SCAB; *4- SCTBB vs SCBB.

Observa-se que os animais alimentados com dieta contendo silagem de milho apresentaram maiores ($P < 0,05$) excreções urinárias de alantoína, DP, Pabs em função de ter propiciado maior produção de Nmic e PBmic em relação às dietas contendo silagens de cana-de-açúcar. Esse comportamento pode ser explicado pelo fato do maior consumo de MS e NDT pelos animais que receberam dieta contendo SM (Tabela 9) resultar em maior disponibilidade de energia para o crescimento microbiano. A eficiência

microbiana não diferiu ($P>0,05$) entre os tratamentos. Isto possivelmente possa ser explicado em virtude das dietas com silagens de cana-de-açúcar terem apresentado menor síntese de proteína microbiana e também menor consumo de NDT, em relação à dieta contendo silagem de milho.

Não houve diferença ($P>0,05$) para todas as variáveis analisadas na Tabela 12, quando se compararam as dietas contendo silagens de cana de açúcar. Essa similaridade de resultado pode ser explicada pelo fato do consumo de MS e NDT não ter diferido entre essas dietas (Tabela 9), resultando assim em crescimento microbiano semelhante.

Foi encontrado neste trabalho relação média de ALA:DP de 98,3%, valor este próximo ao relatado por Leal et al. (2007) de 92,2. Segundo Verbic et al. (1990), a excreção de alantoína pode representar 85% do total de derivados de purinas.

O valor médio obtido para a eficiência microbiana, considerando todos os tratamentos, foi de 120,2 g PBmic/kg de NDT consumido, sendo este semelhante à média de 120 g PBmic/kg de NDT recomendada para as condições tropicais por Valadares Filho et al. (2006) e inferior ao valor de 130 g PBmic/kg de NDT adotado pelo NRC (2001).

Conclusões

Os animais alimentados com silagem de milho apresentam maior consumo, desempenho e digestibilidade em relação àqueles alimentados com silagens de cana-de-açúcar.

O uso da cal na ensilagem da cana-de-açúcar não é efetivo em alterar os consumos e as digestibilidades dos nutrientes e conseqüentemente o desempenho de bovinos mestiços recebendo concentrado na base de 1% do peso corporal, considerando até o limite de 5% de etanol na base da matéria seca.

A cana-de-açúcar ensilada com graus Brix variando de 15 a 20 não altera o consumo, a digestibilidade e o desempenho de bovinos em confinamento.

Um maior desempenho se correlaciona com menor número de acessos e menor tempo total de permanência no cocho de bovinos mestiços alimentados com concentrado na base de 1% do peso corporal.

Literatura Citada

- ALLEN, M.S. Carbohydrate nutrition. **The Veterinary Clinics of North America**, v.7, n.2, p.327-340, 1991.
- ALLEN, M.S. Relationship between fermentation acid production in the rúme and the requirement for physically effective fiber. **Journal of Dairy Science** Lancaster, v.80, n.7 p.1447-1462, 1997.
- BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G.; NOGUEIRA, J.R. Perdas na ensilagem da cana-de-açúcar CV IAC 86/2480 (*Saccharum officinarum* L.) com doses de óxido de cálcio. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, Goiânia. (CD-ROM)
- BARBOSA, A.M. **Fração endógena e recuperação urinária de derivados de purinas obtidas por diferentes métodos em bovinos nelores**. 2009. p.52 Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- CASTRO NETO, A.G. **Avaliação de silagens de cana-de-açúcar submetidas a diferentes tratamentos**. 2003. 53f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária/Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- CHIZZOTTI, F.H.M.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Dry matter intake and performance of steers fed sugar cane ensiled with different levels of calcium oxide. In: ADSA-CSAS-ASAS Joint Annual Meeting, 2009, Montreal. **Journal of Animal Science**, v. 87, p.303-303, 2009.
- CORRÊA, C.E.S.; PEREIRA, M.N.; OLIVEIRA, S.G. et al. Performance of Holstein cows fed sugarcane or corn silages of different grain textures. **Scientia Agricola**, v.60, p.221-229, 2003.
- EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A.; SIQUEIRA, G.R. et al. Perfil de fermentação da silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. (CD-ROM).
- HALL, M.B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**. University of Florida, 2000. p. A-25 (Bulletin 339, April-2000).
- HARMEYER, J.; MARTENS, H. Aspects of urea metabolism with reference to the goat. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1707-1728, 1980.
- JUNQUEIRA, M.C. **Aditivos químicos e inoculantes microbianos em silagens de cana-de-açúcar: perdas na conservação, estabilidade aeróbia e o desempenho de**

- animais**. 2006. 98p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/São Paulo, Piracicaba.
- KAPS, A.; LAMBERSON, W. **Biostatistics for animal science**. Cambridge: CABI Publishing, 2004. 445p.
- KLOPFENSTEIN, T. Increasing the nutritive value of crop residues by chemical treatments. In: HUBER, J.T. **Upgrading residues and products for animals**. Ed. CRC Press, 1980. 40-60p.
- KUNG JR., L. Preparation of silage water extracts for chemical analyses. **Standard operating procedure** – 001 2.03.96. Worriow: University of Delaware – Ruminant Nutrition Laboratory, 1996. 309p.
- LEAL, T.L.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Variações diárias nas excreções de creatinina e derivados de purinas em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.896-904, 2007.
- MAGALHÃES, A.L.R.; CAMPOS, J.M.S; VALADARES FILHO, S.C. et al. Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: desempenho e viabilidade econômica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1292-1302, 2004.
- MENDONÇA, S.S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite e variáveis ruminais em vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.481-492, 2004.
- MOLETTA, J.L.; RESTLE, J. Características de carcaça de novilhos de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.5, p.876-887, 1996.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 381p.
- OLIVEIRA, A.C.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37 n.2 p. 335-342, 2008.
- PRESTON, T.R. Nutritional limitations associated with the feeding of tropical forages. **Journal of Animal Science**, v.54, n.4, p.877-884, 1982.
- RENNÓ, L.N.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F. et al. Indicadores interno ou externo e efeito da contaminação da fibra em detergente neutro sobre a digestibilidade

- aparente total em novilhos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: 2002. (CD-ROM).
- RENNÓ, L.N.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Concentração plasmática de uréia e excreções de uréia e creatinina em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1235-1243, 2000.
- RIBEIRO, E. G.; ESTRADA, L. H. C.; FONTES, C. A. A. et al. Níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar na alimentação de vacas de leite (consumo alimentar). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia. (CD-ROM).
- 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. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia. (CD ROM).
- SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar**. 2006. 228p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- SCHMIDT, P.; NUSSIO, L.G., SANTOS, M.C. et al. Comportamento ingestivo de bovinos alimentados com silagens de cana-de-açúcar com doses de *Lactobacillus buchneri* NCIMB 40788. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004 Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia. (CD-ROM).
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. Viçosa, MG: UFV, Imprensa Universitária, 2005. 235p.
- SOUSA, D.P. **Desempenho, síntese de proteína microbiana e comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com cana-de-açúcar e caroço de algodão ou silagem de milho**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 79p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- SOUZA, J.C.D. de. **Efeito do regime alimentar e tipo racial no desempenho animal e características de carcaça de bovinos**. 1983. 90f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. **SAS user’s guide**. Cary: 1999. v.8, 295p.

- VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A et al. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos** 2.ed. – Viçosa : UFV, DZO, 2006, 329p.
- VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-Corte**. Viçosa: UFV/DZO, 2006. 142p.
- VALADARES, R.F.D., BRODERICK, G.A., VALADARES FILHO, S.C. et al. Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.11, 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 amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1270-1278, 1997.
- VALVASORI, E.; LUCCI, C.S.; ARCARO, J.R.P. Avaliação da cana-de-açúcar em substituição a silagem de milho para vacas leiteiras. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.32, n.4, p.224-8, 1995.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476p.
- 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.

Silagem de Cana-de-Açúcar com Baixo e Alto Grau Brix, com ou sem 0,5% de Óxido de Cálcio e da Silagem de Milho em Dietas para Bovinos – Digestibilidade e Taxas de digestão

Resumo – Objetivou-se avaliar o efeito da silagem de cana-de-açúcar com baixo e alto grau Brix, com ou sem adição de 0,5% de óxido de cálcio e da silagem de milho sobre as digestibilidades totais e parciais, os parâmetros ruminais (pH, N amoniacal, taxas de digestão e de passagem) e o balanço de compostos nitrogenados. Utilizaram-se cinco bovinos machos, inteiros, mestiços Europeu-Zebu (Girolando) fistulados no rúmen e no abomaso com peso corporal médio (PC) inicial de $180 \pm 31,81$ kg, distribuídos em quadrado latino 5×5 , sendo os cinco tratamentos (distribuídos em esquema fatorial $2 \times 2 + 1$) constituídos de dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com dois níveis de óxido de cálcio (0 ou 0,5% na base da matéria natural) e dois graus Brix (15 e 20°) e silagem de milho e concentrado ofertado na base de 1% do PC. Foram realizados cinco períodos experimentais de 14 dias, sendo sete dias para adaptação às dietas e sete dias para as coletas. Os animais alimentados com a dieta contendo silagem de milho (SM) apresentaram maior consumo de matéria seca e dos nutrientes ($P < 0,05$) em relação àqueles recebendo as dietas contendo silagens de cana-de-açúcar. Não houve diferença ($P > 0,05$) entre as dietas contendo silagem de cana-de-açúcar para os consumos dos nutrientes, exceto para o consumo de FDNcp (% PC) que foi menor ($P < 0,05$) para os animais consumindo a dieta contendo silagem de cana-de-açúcar tratada com baixo Brix (SCTBB) em relação aos da dieta contendo silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix (SCBB). Com exceção da digestibilidade aparente total dos carboidratos não fibrosos (CNF), houve maior digestibilidade aparente total da MS e demais nutrientes ($P < 0,05$) para bovinos alimentados com a dieta contendo SM em relação àqueles recebendo dietas contendo silagem de cana-de-açúcar. A digestibilidade aparente total dos nutrientes, com exceção da digestibilidade da FDNcp que foi menor ($P < 0,05$) para a dieta contendo SCAB em relação às dietas contendo SCBB, não diferiu ($P > 0,05$) entre as dietas contendo silagem de cana-de-açúcar. Não houve diferença ($P > 0,05$) entre as dietas contendo silagem de cana-de-açúcar para as digestibilidades ruminais e intestinais dos nutrientes. Porém, a dieta contendo SM apresentou maior ($P < 0,05$) digestibilidade ruminal da MS e intestinal do EE. Observaram-se taxas de ingestão (ki) e de digestão (kd) ($P < 0,05$) maiores para a MS e FDNcp para a dieta

contendo SM em relação às dietas contendo silagens de cana-de-açúcar. Os valores de k_i da FDNi não diferiram ($P > 0,05$) entre a dieta contendo SM com aquelas contendo silagens de cana-de-açúcar. Não houve diferença ($P > 0,05$) para as taxas (k_i , k_p e k_d) da MS e da FDNcp entre as dietas contendo SC. A dieta contendo SM apresentou menor valor ($P < 0,05$) para a concentração de nitrogênio uréico no soro e para o valor de pH ruminal em relação às demais dietas. Não houve diferença ($P > 0,05$) para síntese de compostos nitrogenados microbianos e síntese de proteína bruta microbiana ruminal nas dietas avaliadas. Os animais que receberam SM apresentaram menor ($P < 0,05$) eficiência de síntese microbiana do que os das dietas contendo SC. Conclui-se que dieta contendo SM apresenta maior consumo e digestibilidade em relação às dietas contendo silagens de cana-de-açúcar, que a cal não melhora o consumo e a digestibilidade dos nutrientes da cana-de-açúcar ensilada com 15 ou 20 graus Brix, e que a taxa de ingestão da FDNi atua no controle do consumo de matéria seca.

Palavras-chave: silagem de cana-de-açúcar, consumo, digestibilidade parcial, silagem de milho.

Sugar cane silage with low and high Brix degree, with or without 0.5% of calcium oxide and corn silage in diets for cattle – Digestibility and Digestion Rates

Abstract: Objectived to evaluate the effect of the sugar cane silage with low and high Brix degree, with or without 0.5% of calcium oxide and corn silage on the totals and partials digestibilities, the ruminal parameters (pH, ammoniacal N, rates of digestion and passage) and the balance of nitrogenous compounds. Were used five steers, European-Zebu crossbred, ruminally and abomasally cannulated with mean body weight (BW) of 180 ± 31.81 kg, distributed in a 5x5 Latin Square, being the five treatments (arranged in a 2x2 factorial+1) consisting of diets containing sugar cane silage with two levels of calcium oxide (0 or 0.5% on the basis of natural materia) and two degrees Brix (15 and 20°) and corn silage, being the concentrate offered on the basis of 1% of the BW. It were made five experimental periods of 14 days each, being seven days for diets adaptation and seven days for data collections. The animals submitted to the diet containing corn silage (CS) had higher ($P<0.05$) intake of dry matter and nutrients in relation those animals that received the diets containing sugar cane silages. There were no differences ($P>0.05$) for the intakes between the diets containing sugar cane silage, except for the NDFcp intake (% BW), where the animals submitted to a diet containing treated sugar cane silage with low Brix (SCTBB) showed a lower intake ($P<0.05$) compared to those the diet containing sugar cane silage with low Brix (SCBB). Except for the total apparent digestibility of NFC, there was greater total apparent digestibility ($P<0.05$) for the DM and other nutrients for cattle fed with diet containing CS as compared with those receiving diets containing sugar cane silage. The total apparent digestibility of the nutrients, except for the NDFcp digestibility that was lower ($P<0.05$) for the diets containing SCAB in relation to the diets containing SCBB, did not differ ($P>0.05$) between the diets containing sugar cane silage. There was no difference ($P>0.05$) for the ruminal and intestinal digestibilities of the nutrients between the diets containing sugar cane silage. Although, the diet containing CS had higher ($P<0.05$) ruminal digestibility of the DM and intestinal for the EE. Were observed the ingestion rates (ki) and digestion (kd) ($P<0.05$) higher for the DM and NDFcp for the diet containing CS in relation to the diets containing sugar cane silages. The ingestion rates of iNDFcp not differed ($P>0.05$) between the diet containing CS with those containing sugar cane silages. There was no difference ($P>0.05$) for the rates

(k_i , k_p and k_d) of DM and NDFcp between the diets containing SC. The diet containing CS showed lowest value ($P < 0.05$) for the urea nitrogen concentrations in serum and for the ruminal pH value in relation to the other diets. There was no difference ($P > 0.05$) for the microbial nitrogen compounds synthesis and rumen microbial crude protein synthesis in the diets studied. The animals that received CS presented lower ($P < 0.05$) microbial synthesis efficiency than those of the diets containing SC. It is concluded that the diet containing CS presents higher intake and digestibility in relationship of the diets containing SC, the lime does not improve the intake and the digestibility of the nutrients of sugar cane ensilage with 15 or 20 Brix degrees, and the iNDF ingestion rate acts in the control of dry matter intake.

Key words: sugar cane silage, intake, partial digestibility, corn silage.

Introdução

A utilização da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) como forrageira na época da seca é bastante difundida pelo território nacional. Devido ao fácil cultivo e grande produção de massa verde, essa forrageira tornou-se bastante atraente e competitiva, com menor custo de produção em comparação às silagens de milho ou de sorgo.

A utilização clássica da cana-de-açúcar na forma *in natura* necessita de cortes diários, sendo esse o maior empecilho para utilização desse volumoso em grandes rebanhos devido a dificuldade de logística operacional. Assim, a ensilagem da cana-de-açúcar surge como uma boa alternativa.

O inconveniente desta forrageira na obtenção de silagem é seu alto conteúdo de açúcares solúveis, que resulta em rápida proliferação de leveduras com produção de etanol, gás carbônico e água (Amaral Neto et al., 2000). Brieger (1968) considerou a cana-de-açúcar madura quando essa atinge 18 graus Brix. Quanto maior o teor de carboidratos solúveis na cana-de-açúcar a ser ensilada, maior será a oferta de substrato para a fermentação alcoólica resultando em elevada produção de etanol.

O uso do óxido de cálcio e o baixo teor de açúcar (baixo Brix) surgem com importantes alternativas de controle da fermentação alcoólica na ensilagem de cana-de-açúcar. O óxido de cálcio, através de sua transformação em hidróxido de cálcio $[Ca(OH)_2]$, atua diretamente na inibição do crescimento das leveduras. O baixo teor de Brix atua no controle da produção de etanol através da limitação de substrato (carboidratos solúveis) para as leveduras.

Apesar do crescente número de produtores adeptos à ensilagem da cana-de-açúcar, ainda são escassas informações sobre a qualidade destas silagens submetidas a diferentes tratamentos. Pesquisas para avaliação da silagem de cana-de-açúcar são bastante pertinentes, tendo em vista a redução dos custos de dietas e dos produtos de origem animal, tanto para gado de leite (Oliveira et al., 2004) quanto de corte (Nussio et al., 2003).

Dessa forma, o experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito da ensilagem de cana-de-açúcar com baixo e alto grau Brix, com ou sem 0,5% de cal micropulverizada e da silagem de milho como volumosos, sobre as digestibilidades totais e parciais, os parâmetros ruminais e a produção de proteína microbiana em bovinos confinados.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Animais e de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG. Foram utilizados cinco novilhos mestiços Europeu-Zebu (Girolando) fistulados no rúmen e no abomaso, com peso corporal médio (PC) inicial de $180 \pm 31,81$ kg, distribuídos em quadrado latino 5x5, sendo os cinco tratamentos (distribuídos em esquema fatorial 2x2+1) constituídos de dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com dois níveis de óxido de cálcio (0 ou 0,5% na base da matéria natural) e dois graus Brix (15 e 20°) e silagem de milho, sendo um mesmo concentrado ofertado na base de 1% do PC.

O momento da ensilagem da cana-de-açúcar foi definido de acordo com o grau Brix, medido através de refratômetro de campo, sendo usado um grau Brix baixo (15°) para a cana-de-açúcar imatura e alto (20°) para a cana-de-açúcar madura.

A cana-de-açúcar foi ensilada com Brix baixo (15°) e alto (20°) medido por refratômetro de campo. Logo após o corte, a cana-de-açúcar foi triturada (1 cm) em máquina ensiladeira acoplada ao comando de força do trator, sendo o material acondicionado em uma carreta, que foi pesada vazia e cheia (tratamento sem cal), obtendo-se assim o peso médio da cana triturada em cada carreta. Posteriormente, foi calculada a quantidade de cal necessária para cada carreta, sendo essa então distribuída uniformemente na saída da picadeira. Os silos do tipo superfície (3 metros de largura na base por 20 metros de comprimento e 1,5 metros de altura) foram compactados com trator e cobertos com lâmina de polietileno seguida de uma camada de terra de 5 cm na superfície e 20 cm na lateral. Após 30 dias os silos foram abertos e fornecidos aos animais.

Os cinco volumosos foram oferecidos à vontade e a mistura de ureia/sulfato de amônio na proporção de 9:1 foi utilizada para corrigir o teor de PB dos volumosos para aproximadamente 11% na base da matéria seca, o que resultou em porcentagem da mistura ureia/sulfato de amônio de 1,67 e 3,33% na base da matéria seca, respectivamente, para as silagens de milho e de cana-de-açúcar. O concentrado ofertado na base de 1% do PC foi formulado para as dietas serem isoprotéicas, com aproximadamente 12,0% de PB na base da MS, segundo as normas do BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2006), sendo a proporção dos ingredientes nos concentrados mostrada na Tabela 1.

Tabela 1 - Proporção dos ingredientes no concentrado, na base da matéria seca

Ingredientes	Proporção
Farelo de soja	17,37
Sorgo	79,40
Calcário Calcítico ou Areia ¹	1,25
NaCl	0,98
Mistura mineral ²	1

¹ - Para as dietas contendo silagem de cana de açúcar tratada com 0,5% de cal, o calcário foi substituído por areia lavada e seca. ² - Fosbovi 40 (níveis de garantia por quilo): Ca - 240 g, I - 90 mg, P - 174 g, Mg - 2000 mg, Zn - 5270 mg, Se - 15 g, Co - 100 mg, F - 1740 mg, Cu - 1250 mg, Fe - 1795 mg, veículo q.s.p. - 1000 g)

A composição média das dietas experimentais está apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 - Composição dos volumosos corrigidos com ureia e do concentrado (CONC) utilizados nas dietas experimentais, expressa na base da matéria seca

	SM	SCTAB	SCAB	SCTBB	SCBB	CONC
MS (%)	32,64	24,06	22,96	20,78	21,89	0,89
MO ¹	94,64	93,56	95,21	92,64	93,98	96,02
PB ¹	11,16	11,74	11,78	11,97	12,19	17,03
NNP ¹	8,22	9,78	9,90	9,93	10,34	-
EE ¹	2,35	1,41	1,55	1,52	1,56	2,80
FDNcp ¹	48,49	57,49	59,76	61,43	66,85	14,30
CNF ¹	42,75	43,22	42,27	37,89	33,41	61,89
FDAc ¹	26,24	35,44	37,85	41,58	43,71	-
FDNi ¹	18,80	30,39	34,99	32,89	38,33	5,81
FDAi ¹	11,51	20,08	21,54	22,04	27,02	1,70
LIG ¹	5,21	6,51	6,13	8,41	7,28	1,20
ETANOL ¹	0,09	0,92	5,00	0,78	4,33	-
A. ACÉTICO ¹	2,26	2,05	2,26	2,46	2,20	-
A. BUTÍRICO ¹	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	-
A. LÁTICO ¹	8,97	8,13	8,92	10,67	6,37	-
A. PROPIONICO ¹	0,49	0,53	0,72	0,54	0,66	-
pH	3,50	4,00	3,50	3,90	3,45	-

¹ - % na matéria seca.

MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; NNP = nitrogênio não protéico; EE = extrato etéreo; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CNF = carboidratos não fibrosos; FDNi = FDN indigestível; FDAcp = fibra em detergente ácido corrigida para cinzas e proteína; FDAi = FDA indigestível; LIG = lignina; SM = silagem de milho; SCTAB = silagem de cana-de-açúcar com alto Brix tratada; SCAB = silagem de cana-de-açúcar com alto Brix; SCTBB = silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix tratada; SCBB = silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix; CONC = concentrado.

Os animais foram mantidos em baias individuais do tipo *tie stall*, equipadas com comedouros e bebedouros individuais. A alimentação foi fornecida em duas refeições diárias, às 7:00 e às 15:00 horas, procurando-se manter 5% de sobras. Os animais foram pesados antes de receberem a alimentação no período da manhã, no início e no final de cada período experimental. O primeiro período experimental teve duração de 21 dias, onde os últimos 7 dias foram para as coletas e os primeiros dias para adaptação às dietas. Os quatro períodos experimentais restantes tiveram duração de 14 dias, sendo sete dias para adaptação às dietas e sete dias para as coletas.

Para obtenção das digestibilidades, coletas totais de fezes foram efetuadas do oitavo ao décimo dia de cada período experimental. Nesse mesmo período foram coletados aproximadamente 200 mL de digesta abomasal, em intervalos de 15 horas, no seguinte esquema: dia 8, coletas às 7 e 22 horas; dia 9, coleta às 13 horas; dia 10, coleta às 4 e 19 horas e dia 11 às 10 horas da manhã.

Para estimar o fluxo de matéria seca abomasal, foi utilizado o dióxido de titânio, sendo fornecidos 15,0 g diariamente aos animais entre o segundo e o 10º dia de cada período experimental. O indicador foi acondicionado em cartuchos de papel e introduzido diretamente no rúmen dos animais fistulados em uma única dose às 10:00 horas.

No 11º dia, foram efetuadas coletas de líquido ruminal antes da alimentação da manhã (0 hora) e 2; 4 e 6 horas após o fornecimento das dietas, para determinação do pH e das concentrações de amônia ruminal. As análises de pH foram realizadas imediatamente após a coleta por intermédio de peagâmetro digital. Para a determinação de amônia, foram separados uma alíquota de 50 mL, à qual foi adicionado 1,0 mL de H₂SO₄ (1:1), sendo acondicionada em recipiente plástico, identificada e congelada a -

20°C para posterior análise laboratorial. Quatro horas após a alimentação, foi feita a coleta de sangue para determinação das concentrações de ureia. As amostras de sangue foram coletadas utilizando-se tubos contendo gel acelerador de coagulação, sendo essas imediatamente centrifugadas a 5000 rpm por 15 minutos e o soro congelado a -20°C para posteriores análises.

No dia 12 de cada período de coleta, foi feito o esvaziamento total do rúmen 4 horas após o fornecimento da dieta pela manhã, com intuito de se determinar as taxas de passagem e de digestão dos nutrientes, conforme técnica descrita por Allen & Linton (2007). Após o esvaziamento de todo o conteúdo ruminal, a digesta total foi pesada, posteriormente filtrada para separação de sólidos e líquidos, os quais foram amostrados para posteriores análises. Foram feitas coletas de líquido ruminal para isolamento de bactérias conforme técnica descrita por Cecava et al. (1990). Para a quantificação da proteína microbiana no abomaso, foram utilizadas as bases purinas como indicador, analisadas conforme técnica descrita por Ushida et al. (1985). Logo após a amostragem, a digesta foi novamente reconstituída e colocada no rúmen dos respectivos animais.

No dia 13 houve uma pausa para realimentação e descanso dos animais. No dia 14 de cada período de coleta, repetiu-se o mesmo procedimento de esvaziamento, porém esse foi efetuado imediatamente antes do fornecimento da dieta. O *pool* dos constituintes das dietas foi calculado pela média dos valores obtidos antes e quatro horas após a alimentação.

A taxa de ingestão (ki) foi calculada pela divisão do consumo diário de matéria seca ou dos nutrientes pelo respectivo *pool* ruminal, e a taxa de passagem (kp) foi obtida pela divisão dos fluxos de matéria seca ou dos nutrientes no abomaso pelo *pool* ruminal. As taxas de digestão (kd) foram obtidas por ki-kp, (Allen & Linton, 2007).

Para determinação da fibra indigestível em detergente neutro (FDNi), amostras de todos os volumosos, sobras, concentrado e conteúdo ruminal foram incubadas no rúmen de um animal durante 264 horas, conforme sugerido por Oliveira et al. (2008), utilizando sacos de Ankom (F57).

As análises de matéria seca (MS), nitrogênio total (PB), extrato etéreo (EE) e cinzas foram feitas seguindo procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002). A fibra em detergente neutro (FDN) e a fibra em detergente ácido (FDA) foram determinadas pela técnica da autoclave, segundo Rennó et al. (2002), sendo quantificados os teores de PB e cinzas da FDN e da FDA, conforme descrito por Silva & Queiroz (2002), para determinação da FDN e FDA corrigidas (FDN_{cp} e FDA_{cp}).

Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados como proposto por Hall (2000):

$$\text{CNF} = 100 - [(\% \text{PB} - \% \text{PB derivada da ureia} + \% \text{ de ureia}) + \% \text{FDN}_{cp} + \% \text{EE} + \% \text{cinzas}].$$

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados por:

$$\text{NDT} = \% \text{PB}_{\text{digestível}} + \% \text{FDN}_{\text{digestível}} + \% \text{CNF}_{\text{digestível}} + (2,25^* \% \text{EE}_{\text{digestível}}).$$

No soro sanguíneo foram determinadas as concentrações de ureia, segundo o método diacetil modificado, utilizando-se *kits* comerciais (Labtest Diagnóstica S.A.). A concentração de N uréico no soro (NUS) foi obtida por meio do produto entre a concentração da ureia e o fator 0,466, correspondente ao teor de N na ureia.

As concentrações de N-NH₃ nas amostras de líquido ruminal foram determinadas pelo método colorimétrico, conforme a técnica de Chaney & Marbach (1962).

Os teores de etanol, ácidos graxos voláteis (AGV) e ácido lático foram determinados em extratos aquosos das amostras de silagem, obtidos segundo o método descrito por Kung Jr. (1996). Para isso, 25 g de amostra úmida foram processados com 225 mL de solução de Ringer, em liquidificador durante 1 minuto. Em seguida, o material foi filtrado em papel-filtro Whatman® 54, acidificado com ácido sulfúrico a 50% e centrifugado (5000 g) por 15 minutos, sendo o extrato líquido resultante armazenado em congelador (-5°C) até o momento das análises. O pH foi determinado nos extratos, antes da filtração, por intermédio de peagâmetro digital.

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 estava 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.

Os teores de ácido láctico foram determinados por cromatografia líquida de alta *performance* (HPLC) marca Shimadzu, modelo SPD-10A VP, acoplado ao Detector Ultra Violeta (UV), utilizando-se um comprimento de ondas 210 nm. Utilizou-se coluna SCR – 101 H, medindo 30 cm x 7,9 mm de diâmetro com fluxo na coluna de 0,8 ml/minuto a 24 kgf. A fase móvel consistiu de água em 1% de Ácido Orto Fosfórico, a um volume de 20 microlitros.

Os ácidos graxos voláteis no extrato (acético, propiônico e butírico) foram determinados em cromatógrafo a gás, modelo CG – 17A marca Shimadzu, equipado com detector FID. Para registro e análise dos cromatogramas, o aparelho estava acoplado a um microcomputador, utilizando-se o programa GC Solution. Os compostos foram separados e identificados em uma coluna capilar Nukol (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 = 5. O gás nitrogênio foi utilizado como carreador com velocidade linear programada para 43,2 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 220°C e 250°C. A temperatura inicial da coluna foi de 100°C (mantida por 5 minutos), aumentando em 10°C por minuto até atingir 185°C (mantida por 20 minutos) totalizando 33,5 minutos de análise. O fluxo do gás de arraste na coluna foi de 1,0 mL/minuto.

Os resultados foram avaliados por intermédio do procedimento PROC GLM SAS (SAS, 2005), adotando-se 0,05 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I, sendo as comparações entre médias realizadas através de contrastes ortogonais e pelo teste de “t” (Kaps & Lamberson, 2004). Os contrastes avaliados foram: 1- dieta contendo silagem de milho *versus* dietas contendo silagens de cana-de-açúcar; 2- dieta contendo silagem de cana-de-açúcar com alto Brix (SCAB) *versus* dieta contendo

silagem de cana de açúcar com baixo Brix (SCBB); 3- dieta contendo silagem de cana-de-açúcar de alto Brix tratada com cal (SCTAB) *versus* dieta contendo silagem de cana-de-açúcar com alto Brix (SCAB); 4- dieta contendo silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix tratada com cal (SCTBB) *versus* dieta contendo silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix (SCBB). As variáveis pH e NH₃ também foram avaliadas por intermédio de análise de variância segundo o delineamento em quadrado latino 5x5 utilizando-se o procedimento PROC MIXED SAS (SAS, 1999) e assumindo o efeito de tempo de amostragem como medida repetida no tempo. O comportamento das variáveis segundo o tempo de amostragem foi avaliado por intermédio de contrastes ortogonais (Kaps & Lamberson, 2004).

Resultados e Discussão

Os consumos de matéria seca total (MST), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDN_{cp}), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) estão representados na Tabela 3.

Tabela 3 – Médias, coeficientes de variação (CV) e contrastes obtidos para os consumos de matéria seca total (MST), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína (FDN_{cp}), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) obtidos em novilhos mestiços fistulados no rúmen e abomaso alimentados com dietas contendo silagem de milho (SM), silagem de cana-de-açúcar com alto Brix tratada (SCTAB), silagem de cana-de-açúcar com alto Brix (SCAB), silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix tratada (SCTBB) e silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix (SCBB)

Itens	Tratamentos					CV%	Contrastes *			
	SM	SCTAB	SCAB	SCTBB	SCBB		1	2	3	4
Consumos (kg/dia)										
MST	4,41	3,51	3,43	3,47	3,44	10,0	0,0002	0,7605	0,9662	0,8922
MO	4,14	3,27	3,24	3,23	3,22	10,1	0,0002	0,9109	0,9423	0,8722
PB	0,49	0,42	0,41	0,42	0,42	7,8	0,0009	0,7786	0,6646	0,9262
EE	0,12	0,08	0,08	0,08	0,08	15,0	<0,0001	0,8910	0,9036	0,9807
FDN _{cp}	1,60	1,29	1,29	1,35	1,49	11,8	0,0117	0,4135	0,0885	0,5802
CNF	2,17	1,86	1,82	1,72	1,61	9,9	0,0006	0,3863	0,0948	0,2690
NDT	3,18	2,28	2,24	2,24	2,27	10,6	<0,0001	0,9702	0,8685	0,7993
Consumos (% PC)										
MST	2,22	1,80	1,81	1,85	1,80	6,8	<0,0001	0,6969	0,8854	0,5511
FDN _{cp}	0,80	0,66	0,68	0,71	0,77	8,1	0,0059	0,2097	0,0329	0,1890

*1 - SM vs demais tratamentos; *2 - SCAB vs SCBB; *3 - SCTAB vs SCAB; *4 - SCTBB vs SCBB.

Observa-se que os consumos de todos os constituintes da dieta, foram maiores ($P < 0,05$) para a dieta contendo silagem de milho em relação àquelas contendo silagens de cana-de-açúcar. Comportamento esse semelhante ao obtido para os animais do ensaio de desempenho, (experimento 1). É provável que o efeito depressivo da cana-de-açúcar no consumo de MS em dietas para ruminantes esteja relacionado com a baixa digestibilidade de sua fibra ou com a baixa taxa de digestão da fibra no rúmen (Preston, 1982), ou com elevado valor de sua FDN_i.

Não houve diferença ($P > 0,05$) para o consumo de MS e dos nutrientes quando foram comparadas as dietas contendo silagens de cana-de-açúcar, com exceção do consumo de FDN_{cp} (% PC), que foi maior ($P < 0,05$) na dieta contendo silagem de cana-de-açúcar com alto Brix, em relação à dieta SCTAB (Tabela 3). Comportamento semelhante a esse também foi encontrado para o consumo de animais não fistulados

(experimento 2). Provavelmente, o menor consumo de FDNcp em % do peso corporal pelos animais que receberam SCTAB, pode ser explicado pela redução da fermentação alcoólica provocada pela adição de cal, que resultou em uma menor perda de carboidratos solúveis e consequentemente no teor de FDNcp (Tabela 2). Schmidt et al. (2004) não observaram diferença de consumo das silagens de cana-de-açúcar controle e tratadas com *L. buchneri* ($3,6 \times 10^5$ ufc/g), cujos valores foram 6,9 kg/dia e 7,03 kg/dia, respectivamente. Pina et al. (2008), trabalhando com novilhas Nelore fistuladas no rúmen e no abomaso, não observaram efeitos dos tempos de exposição da cana-de-açúcar à cal sobre os consumos de MS, MO, PB, EE, FDNcp, CNF e NDT.

Os valores da digestibilidade aparente total dos constituintes das dietas e teores de nutrientes digestíveis totais obtidos para as dietas experimentais são mostrados na Tabela 4.

Tabela 4 – Médias, coeficientes de variação (CV) e contrastes para a digestibilidade aparente total da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato estéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos não fibrosos (CNF) e teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) obtidas em novilhos mestiços fistulados no rúmen e abomaso alimentados com dietas contendo silagem de milho (SM), silagem de cana-de-açúcar com alto Brix tratada (SCTAB), silagem de cana-de-açúcar com alto Brix (SCAB), silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix tratada (SCTBB) e silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix (SCBB)

Itens	Tratamentos					CV%	Contrastes *			
	SM	SCTAB	SCAB	SCTBB	SCBB		1	2	3	4
	%									
MS	66,98	56,45	57,74	56,52	57,98	2,5	<0,0001	0,0592	0,7977	0,9396
MO	68,89	60,30	60,18	60,36	61,23	2,8	<0,0001	0,6315	0,3533	0,9553
PB	70,24	76,27	75,94	76,78	77,23	1,8	<0,0001	0,9855	0,1888	0,5594
EE	82,00	70,47	70,41	68,96	70,61	6,4	0,0002	0,7061	0,9462	0,6142
FDNcp	59,23	41,05	40,69	45,30	46,64	7,2	<0,0001	0,0154	0,7446	0,0668
CNF	79,11	80,27	80,37	77,76	81,26	2,7	0,4685	0,0873	0,5261	0,0909
NDT	74,66	70,97	71,19	70,34	72,06	2,2	0,0007	0,1904	0,3984	0,5349

*1 - SM vs demais tratamentos; *2 - SCAB vs SCBB; *3 - SCTAB vs SCAB; *4 - SCTBB vs SCBB.

As digestibilidades totais de todos os constituintes das dietas, com exceção da PB foi maior ($P < 0,05$) para a dieta contendo silagem de milho. A menor digestibilidade da PB deve-se ao menor teor de mistura ureia/sulfato de amônio nas dietas contendo silagem de milho, onde o valor foi em torno de 50% inferior ao ofertado aos animais das dietas contendo silagem de cana-de-açúcar.

Comparando as dietas contendo silagens de cana-de-açúcar, observa-se que as digestibilidades totais de todos os constituintes, com exceção da digestibilidade da FDNcp, não diferiram ($P > 0,05$). A digestibilidade da FDNcp foi maior ($P < 0,05$) para a dieta contendo silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix. A maior digestibilidade obtida para a dieta contendo silagem de milho pode ser explicada pela menor concentração de lignina e pela maior digestibilidade da FDNcp dessa dieta. A melhor digestibilidade da FDNcp obtida para a SCBB pode ser explicada pela taxa de digestão da FDNcp ter sido numericamente maior para a silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix em comparação àquela com alto Brix (0,0719 x 0,0641), (Tabela 6).

Lucci et al. (2003) reportaram valores de digestibilidade da FDN para cana-de-açúcar ensilada da ordem de 43,1% MS, valor este semelhante ao encontrado neste trabalho, de 43,4% para as dietas contendo silagens de cana-de-açúcar.

De acordo com Church (1988), um dos fatores que afetam a digestibilidade da proteína é a quantidade consumida deste nutriente. A razão para esse fenômeno, segundo Stallcup et al. (1975), é o fato de que, à medida que o conteúdo de N na dieta aumenta, ocorre diminuição da proporção de N endógeno nos compostos nitrogenados fecais. No entanto, a digestibilidade protéica é influenciada pelo teor de ureia na dieta, onde quanto maior o teor de ureia na dieta maior será a digestibilidade da proteína bruta. Fato esse comprovado na Tabela 4, onde as dietas contendo silagem de cana-de-açúcar,

as quais o nível de ureia foi superior, apresentaram maior digestibilidade da PB em relação às dietas contendo silagem de milho.

As médias, coeficientes de variação (CV) e contrastes para a digestibilidade ruminal e intestinal da MS, MO, PB, EE, FDNcp e dos CNF podem ser observadas na Tabela 5.

Tabela 5 – Médias, coeficientes de variação (CV) e contrastes para as digestibilidades ruminal e intestinal da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína (FDNcp) e carboidratos não fibrosos (CNF) obtidas em novilhos mestiços fistulados no rúmen e abomaso alimentados com dietas contendo silagem de milho (SM), silagem de cana-de-açúcar com alto Brix tratada (SCTAB), silagem de cana-de-açúcar com alto Brix (SCAB), silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix tratada (SCTBB) e silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix (SCBB)

Itens	Tratamentos					CV%	Contrastes *			
	SM	SCTAB	SCAB	SCTBB	SCBB		1	2	3	4
Digestibilidade ruminal										
MS ⁵	67,88	60,05	58,62	60,64	59,44	8,0	0,0060	0,5616	0,7970	0,8536
MO ⁵	73,06	70,71	67,00	67,30	66,37	7,8	0,0759	0,3520	0,8564	0,3340
PB ⁶	44,88	60,74	59,28	60,08	58,05	4,8	<0,0001	0,1775	0,4903	0,7054
EE ⁶	18,01	17,57	15,29	16,45	18,96	24,1	0,6587	0,9546	0,1872	0,6772
FDNcp ⁵	89,10	88,79	86,27	89,79	90,44	4,9	0,8560	0,7285	0,1515	0,8602
CNF ⁵	73,51	74,51	70,96	68,33	66,72	10,0	0,3568	0,4295	0,3600	0,1911
Digestibilidade intestinal										
MS ⁵	32,12	39,95	41,38	39,36	40,56	12,8	0,0060	0,5616	0,7970	0,8536
MO ⁵	26,94	29,29	33,01	32,70	33,63	17,3	0,0759	0,3520	0,8564	0,3340
PB ⁶	45,92	39,22	40,93	41,88	45,38	10,5	0,0956	0,2187	0,1435	0,3691
EE ⁶	77,85	64,24	65,14	62,95	63,69	8,2	0,0003	0,7440	0,6842	0,7185
FDNcp ⁵	10,90	11,21	13,73	10,72	9,56	38,4	0,8560	0,7285	0,1515	0,8602
CNF ⁵	26,49	25,49	29,04	31,67	33,28	24,2	0,3568	0,4295	0,3600	0,1911

*1 - SM vs demais tratamentos; 2 - SCAB vs SCBB; 3 - SCTAB vs SCAB; 4 - SCTBB vs SCBB; 5 - % do total digestível; 6 - % da quantidade que chega em cada local.

Com exceção da digestibilidade ruminal da MS e da PB, que foi maior e menor, respectivamente, (P<0,05) para a dieta contendo silagem de milho, as digestibilidades ruminais dos demais constituintes não foram influenciadas (P>0,05) pelos tratamentos

(Tabela 5). Essa maior digestibilidade da MS obtida para a dieta contendo silagem de milho pode ser explicada devido ao fato da mesma possuir fibra com menor teor de lignina, levando a menor porcentagem de FDNi, associada a uma maior taxa de digestão da FDNcp. Ørskov & Hovell (1978) observaram que a taxa de digestão da fibra da cana-de-açúcar é muito baixa no rúmen e que o acúmulo de fibra não digestível limita o consumo voluntário. A menor digestibilidade ruminal da PB para a dieta contendo silagem de milho deveu-se, provavelmente, ao menor teor de ureia/sulfato de amônio utilizado nessa dieta.

Não houve efeito ($P>0,05$) da adição da cal ou da diferença nos graus Brix da cana-de-açúcar sobre as digestibilidades ruminais e intestinais dos nutrientes. Isso pode ser explicado em virtude das taxas de digestão e de passagem ruminal da FDNcp dessas dietas terem sido semelhantes (Tabela 6).

Observou-se que houve degradação aparente de lipídeos no rúmen para todos os tratamentos, diferente de valores negativos que deveriam ocorrer, visto que ocorre síntese ruminal de lipídeos microbianos. No entanto, Carvalho et al. (1997) e Ítavo et al. (2002) encontraram resultados positivos para a digestão ruminal de lipídeos, indicando que não houve síntese aparente de lipídeos microbianos.

A digestibilidade intestinal da MS e do EE foram menores e maiores, respectivamente, ($P<0,05$) para a dieta contendo silagem de milho em relação àquelas com base em silagens de cana-de-açúcar (Tabela 5). A menor digestibilidade intestinal da MS é consequente de sua maior digestão ruminal. A baixa digestibilidade intestinal da FDNcp é explicada pelo rúmen ser o principal local de sua digestão.

As taxas de ingestão, de passagem e de digestão da MS, da FDNcp e da PB e as taxas de ingestão e de passagem da FDNi estão presentes na Tabela 6.

Tabela 6 – Médias, coeficientes de variação (CV) e contrastes para as taxas de ingestão (ki), de passagem (kp) e de digestão (kd) da matéria seca (MS), da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) e da proteína bruta (PB) e taxas de ingestão e de passagem da FDN indigestível (FDNi) obtidas em novilhos mestiços fistulados no rúmen e abomaso alimentados com dietas contendo silagem de milho (SM), silagem de cana-de-açúcar com alto Brix tratada (SCTAB), silagem de cana-de-açúcar com alto Brix (SCAB), silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix tratada (SCTBB) e silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix (SCBB)

Itens	Tratamentos					CV%	Contrastes *			
	SM	SCTAB	SCAB	SCTBB	SCBB		1	2	3	4
MS										
Ki	0,0669	0,0582	0,0639	0,0556	0,0576	11,7	0,0413	0,2410	0,1832	0,5765
Kp	0,0365	0,0384	0,0426	0,0365	0,0379	13,4	0,3677	0,2456	0,1712	0,5729
kd	0,0305	0,0197	0,0213	0,0191	0,0198	14,3	<0,0001	0,4467	0,4609	0,7613
FDNcp										
Ki	0,0419	0,0360	0,0393	0,0353	0,0401	11,0	0,0188	0,4179	0,3276	0,6632
Kp	0,0233	0,0228	0,0213	0,0211	0,0231	4,9	0,2633	0,8844	0,1055	0,4172
kd	0,0221	0,0132	0,0137	0,0142	0,0169	15,3	0,0061	0,3475	0,4436	0,7461
FDNi										
Ki	0,0154	0,0152	0,0156	0,0160	0,0182	7,9	0,2073	0,0417	0,0073	0,3409

*1 - SM vs demais tratamentos; *2 - SCAB vs SCBB; *3 - SCTAB vs SCAB; *4 - SCTBB vs SCBB.

Observaram-se taxas de ingestão e de digestão ($P < 0,05$) maiores para a MS e FDNcp, respectivamente, para a dieta contendo silagem de milho em relação às dietas contendo silagens de cana-de-açúcar (Tabela 6). Isso pode explicar o maior consumo de MS apresentado pelos animais alimentados com a dieta contendo silagem de milho e também o melhor desempenho obtido por animais que receberam a mesma dieta (experimento 1).

As taxas de ingestão da FDNi não diferiram ($P > 0,05$) quando se comparou a dieta contendo silagem de milho com aquelas contendo silagens de cana-de-açúcar (Tabela 6). Isto sugere que a taxa de ingestão de FDNi controla o consumo de MS, uma vez que mesmo o consumo de MS tendo sido maior na dieta contendo silagem de milho,

os consumos de FDNi não variaram. De acordo com Detmann et al. (2008), a digestibilidade efetiva de um alimento é dependente de suas características intrínsecas além da eficiência dos sistemas enzimáticos microbiano e animal.

Observou-se maior taxa de ingestão ($P < 0,05$) da FDNi para as dietas contendo silagens de cana-de-açúcar com baixo Brix (SCBB) em relação às dietas com silagens de cana-de-açúcar com alto Brix (Tabela 6), provavelmente porque as SCBB apresentaram maior teor de FDNi (Tabela 2).

As dietas com SCTAB apresentaram menor ($P < 0,05$) ki da FDNi em relação à dieta com SCAB, porque a primeira continha menor teor de FDNi (Tabela 2) e o CMS foi igual entre os tratamentos (Tabela 3).

A ausência de diferença significativa ($P > 0,05$) para as taxas de ingestão, de passagem e de digestão da MS e FDNcp entre as dietas contendo silagens de cana-de-açúcar pode explicar os consumos e desempenhos semelhantes obtidos pelos animais alimentados com essas dietas.

Na Tabela 7 encontram-se as médias, coeficientes de variação (CV) e contrastes para as concentrações de nitrogênio uréico no soro (NUS).

Tabela 7 – Médias, coeficientes de variação (CV) e contrastes para as concentrações de nitrogênio uréico no soro (NUS) obtidas em novilhos mestiços fistulados no rúmen e abomaso alimentados com dietas contendo silagem de milho (SM), silagem de cana-de-açúcar com alto Brix tratada (SCTAB), silagem de cana-de-açúcar com alto Brix (SCAB), silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix tratada (SCTBB) e silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix (SCBB)

Itens	Tratamentos					CV%	Contrastes *			
	SM	SCTAB	SCAB	SCTBB	SCBB		1	2	3	4
	mg/dL									
NUS	10,34	15,05	11,89	14,60	15,21	19,2	0,0112	0,2891	0,0641	0,7875

*1 - SM vs demais tratamentos; *2 - SCAB vs SCBB; *3 - SCTAB vs SCAB; *4 - SCTBB vs SCBB.

Houve menor concentração de NUS ($P < 0,05$) para a dieta contendo silagem de milho em relação às demais contendo silagem de cana-de-açúcar (10,34 vs 14,19 mg/dL), possivelmente devido à menor ingestão de ureia na dieta contendo silagem de milho. O valor médio encontrado para NUS para animais que receberam dietas contendo silagem de milho foi de 10,34 mg/dL, valor este semelhante ao de 10,42mg/dL encontrado na dieta contendo silagem de milho no capítulo 2 (Tabela 11).

As dietas contendo silagens de cana-de-açúcar apresentaram concentração média de NUS de 14,19 mg/dL, valor semelhante à média encontrada de 15,75 mg/dL no experimento 2, nas mesmas dietas. Maiores níveis de ureia/sulfato de amônio nas dietas resultaram em maior teor de NUS, causado provavelmente pela maior absorção de amônia pela parede do rúmen que foi convertida em ureia no fígado.

Na Tabela 8 encontram-se os valores de pH e concentrações de nitrogênio amoniacal no rúmen ($N-NH_3$) para cada dieta.

Tabela 8 – Médias, erro padrão da média (EP) e contrastes para a média dos tempos de coleta (0, 2, 4, 6 horas) observadas para os valores de pH e concentrações de nitrogênio amoniacal no rúmen ($N-NH_3$, mg/dL) obtidos em novilhos mestiços fistulados no rúmen e abomaso, alimentados com dietas contendo silagem de milho (SM), silagem de cana-de-açúcar com alto Brix tratada (SCTAB), silagem de cana-de-açúcar com alto Brix (SCAB), silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix tratada (SCTBB) e silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix (SCBB)

Itens	Tratamentos					EP	Contrastes *			
	SM	SCTAB	SCAB	SCTBB	SCBB		1	2	3	4
pH	6,61	6,83	6,84	6,97	7,00	0,13	0,0053	0,8537	0,2501	0,2985
NH_3	16,33	16,67	16,22	18,11	17,63	1,20	0,5130	0,6783	0,3823	0,3726

*1 - SM vs demais tratamentos; *2 - SCAB vs SCBB; *3 - SCTAB vs SCAB; *4 - SCTBB vs SCBB.

Não houve efeito da interação ($P>0,05$) entre dietas e os tempos de coletas para o pH e a concentração de $N-NH_3$ ruminal. Exceto para o pH ruminal dos animais submetidos à dieta contendo SM, o qual foi inferior ($P<0,05$) ao pH mensurado nos animais tratados com dieta contendo silagem de cana-de-açúcar (Tabela 8). Resultado este que possivelmente possa ser explicado devido ao maior teor da mistura ureia/sulfato de amônio nas dietas com silagem de cana-de-açúcar, que pode elevar o pH em decorrência da conversão da ureia em amônia.

O pH ruminal depende diretamente do comportamento ingestivo do animal, que depende do tempo de mastigação e salivação e da frequência de ingestão e ruminação, entre outros (Paziani, 2004).

A faixa ideal de pH para o crescimento microbiano dos microrganismos celulolíticos no rúmen é de 6,2 a 7,2. Segundo Van Soest (1994), a digestão ruminal da fibra sofre redução em valores de pH abaixo de 6. Observou-se que os valores de pH obtidos neste experimento situaram-se na faixa de 6,32 a 7,14, portando adequado para a digestão da fibra vegetal.

Na Figura 1 encontra-se o comportamento médio de pH no rúmen nos tempos imediatamente antes e, duas, quatro e seis horas após o fornecimento de cada dieta.

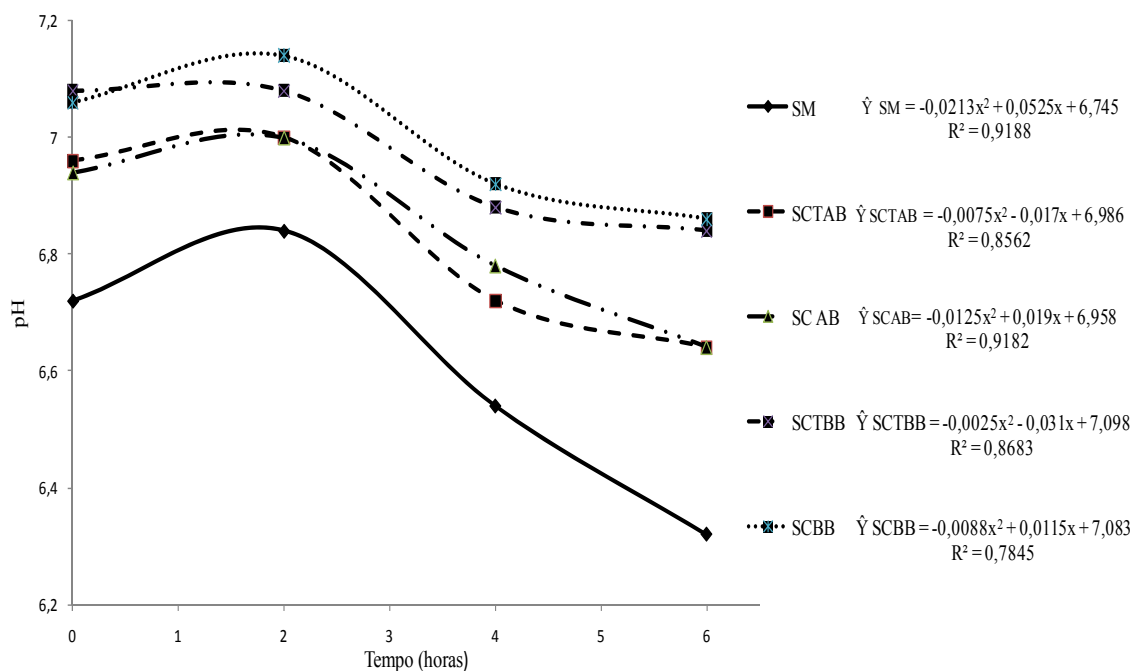


Figura 1 – Comportamento do pH ruminal em função dos tempos de amostragem após alimentação.

Estimou-se valores máximos de pH ruminal de 6,81; 6,98; 7,00; 7,10 e 7,09 nos tempos de coleta de 1,23; 1,13; 0,76; 0 e 0,65 horas após alimentação para os tratamentos SM, SCTAB, SCAB, SCTBB e SCBB, respectivamente.

Apesar do menor teor da mistura ureia/sulfato de amônio na dieta contendo silagem de milho em relação às dietas contendo silagem de cana-de-açúcar, a ausência de diferença na concentração de N-NH₃ (Tabela 8) pode ser explicada pela maior ingestão de MS pelos animais alimentados com a dieta contendo SM, tendo assim mais substrato para a fermentação no rúmen.

De acordo com Huntington & Archibeque (1999), a taxa de produção de N-NH₃ no rúmen reflete a solubilidade e a fermentabilidade da dieta, bem como a produção endógena de compostos nitrogenados.

O comportamento da concentração de N-NH₃ em função dos tempos de coleta ajustou-se a um modelo quadrático ($P>0,05$) (Figura 2). O pico nas concentrações de NH₃ foi obtido 2,88 horas após a alimentação, estimando-se valor máximo de 25,4 mg/dL.

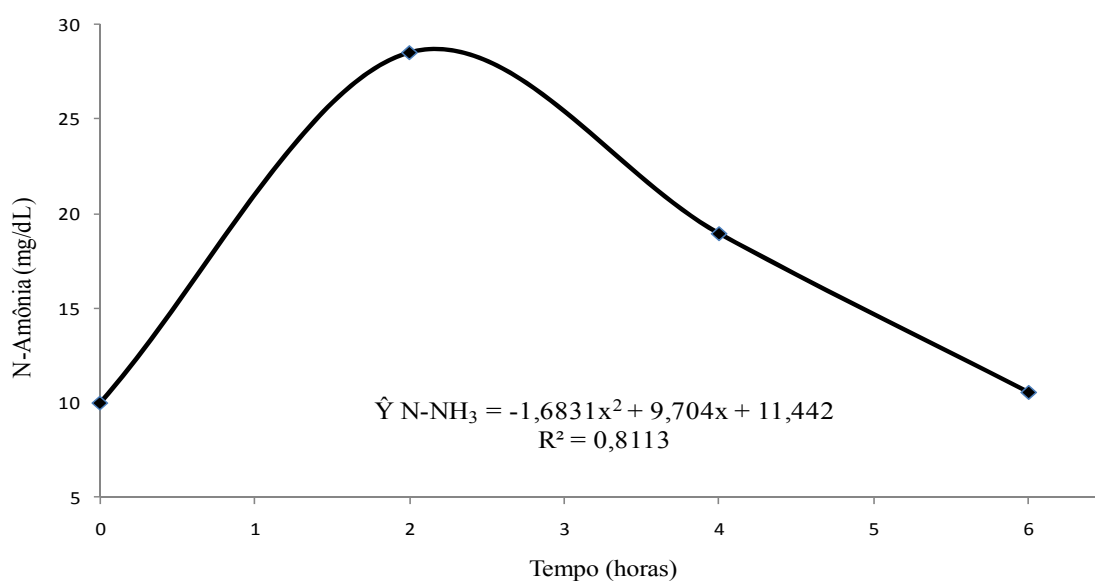


Figura 2 – Comportamento da concentração de N-NH₃ em função do tempo de coleta.

Estes valores estão próximos aos relatados por Tibo et al. (2000) e Leão (2002), com animais mestiços, que encontraram concentrações máximas de N-NH₃ ruminal de 21,87 e 22,74 mg N-NH₃/dL, às 3,60 e 3,52 horas após o fornecimento da ração, respectivamente.

A máxima atividade fermentativa ruminal é obtida quando o N amoniacal alcança valores de 19 a 23 mg/dL de líquido ruminal (Mehrez et al., 1977). Neste trabalho foi encontrado valor mais elevado, porém na literatura existem divergências quanto ao valor ótimo para a maximização do consumo voluntário, sendo citados valores

de 15,33 mg/dL (Lazzarini, 2007) e 9,64 mg/dL (Sampaio, 2007). Essa variação nos valores ótimos para a degradação ruminal dos alimentos pode ser explicada devido às diferenças na exigência microbiana em função de cada substrato em uso, do pH ruminal e das interações entre as espécies microbianas e seus metabólitos (Sampaio, 2007).

Estão apresentadas na Tabela 9, as médias, coeficientes de variação (CV) e contrastes para síntese de compostos nitrogenados microbianos no rúmen, síntese de proteína bruta microbiana ruminal e eficiência de síntese microbiana em função dos diferentes tratamentos.

Tabela 9 – Médias, coeficientes de variação (CV) e contrastes para as médias de síntese de compostos nitrogenados microbianos no rúmen (Nmic), proteína bruta microbiana ruminal (PBmic) e eficiência de síntese microbiana (Efic) obtidos em novilhos mestiços fistulados no rúmen e abomaso, alimentados com dietas contendo silagem de milho (SM), silagem de cana-de-açúcar com alto Brix tratada (SCTAB), silagem de cana-de-açúcar com alto Brix (SCAB), silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix tratada (SCTBB) e silagem de cana-de-açúcar com baixo Brix (SCBB)

Itens	Tratamentos					CV%	Contrastes *			
	SM	SCTAB	SCAB	SCTBB	SCBB		1	2	3	4
	g/dia									
Nmic	63,41	56,94	56,64	54,32	58,37	13,4	0,1042	0,6004	0,7316	0,6047
PBmic	396,29	355,87	354,00	339,52	364,79	13,4	0,1042	0,6003	0,7319	0,6047
	g de PBmic/kg de NDT									
Efic	121,48	136,38	137,80	133,98	141,27	9,8	0,0322	0,4716	0,6837	0,7772

*1 - SM vs demais tratamentos; *2 - SCAB vs SCBB; *3 - SCTAB vs SCAB; *4 - SCTBB vs SCBB.

Não houve significância ($P > 0,05$) em nenhum dos contrastes avaliados sobre as variáveis para síntese de compostos nitrogenados microbianos no rúmen e síntese de proteína bruta microbiana ruminal. O esperado seria maior síntese para os animais que receberam a dieta contendo SM, visto que foram eles que apresentaram maior consumo de MS (Tabela 3), resultando em maiores taxas de ingestão e digestão da MS (Tabela

6). Esses fatores estão relacionados de forma positiva com uma maior síntese microbiana, onde têm-se a redução da exigência energética da microbiota devido ao menor tempo de permanência no rúmen, além da silagem de milho ser um alimento de maior digestibilidade que as silagens de cana-de-açúcar. Associado ao resultado encontrado existe grande complexidade na execução, além da presença de inúmeras variáveis que podem afetar os resultados laboratoriais durante a mensuração da síntese microbiana pela técnica de isolamento de bactérias ruminais.

A eficiência microbiana diferiu ($P < 0,05$) entre os animais que receberam silagem de milho com os demais com silagens de cana-de-açúcar. Houve maior eficiência de síntese para as dietas contendo silagens de cana-de-açúcar. Resultado este de difícil explicação onde o esperado seria o contrário.

Dentro das dietas contendo silagens de cana-de-açúcar, não houve diferença estatística ($P > 0,05$) para a síntese de compostos nitrogenados microbianos no rúmen, proteína bruta microbiana ruminal e eficiência de síntese microbiana. Fato este devido a semelhança nos consumos de MS e NDT dos animais (Tabela 3).

O valor médio obtido para a eficiência de síntese microbiana, considerando-se todos os tratamentos, foi de 129,42 g de PBmic/kg de NDT, valor este acima do encontrado nos animais do experimento 2 (Tabela 12) e na média de 120 g PBmic/kg de NDT recomendada para as condições tropicais por Valadares Filho et al. (2006), porém próximo ao valor de 130 adotado pelo NRC (2001). É importante salientar que as diferenças encontradas para os valores de Nmic, PBmic e Efic entre os experimentos 2 e 3, é que eram compostos por animais com peso e idades diferentes, além de um possuir animais fistulados.

Conclusões

Os animais alimentados com dieta contendo silagem de milho apresentaram maior consumo e digestibilidade de nutrientes em relação àqueles consumindo dietas contendo silagens de cana-de-açúcar.

O uso da cal na ensilagem da cana-de-açúcar com 15 ou 20 graus Brix não melhora o consumo e a digestibilidade dos nutrientes, quando se utiliza concentrado na base de 1% do peso corporal.

A taxa de digestão ruminal da FDNcp da dieta contendo silagem de milho é maior que das dietas contendo silagens de cana-de-açúcar.

Considerando que a taxa de ingestão da FDNi não varia entre dietas contendo silagem de milho e silagens de cana-de-açúcar, pode-se inferir que a taxa de ingestão da FDNi controla o consumo de matéria seca.

Literatura Citada

- ALLEN, M.S.; LINTON, J.A.V. *In vivo* methods to measure digestibility and digestion kinetics of feed fractions in the rumen. In: RENNÓ, F.P.; SILVA, L.F.P. (Eds.) Simpósio Internacional Avanços em Técnicas de Pesquisa em Nutrição de Ruminantes, Pirassununga, 2007. **Anais...**, Pirassununga 2007. p. 72-89.
- AMARAL NETO, J.; OLIVEIRA, M.D.S.; LANÇANOVA, J.A.C. et al. Composição químico-bromatológica da silagem de cana-de-açúcar sob diferentes tratamentos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. (CD-ROM).
- BRIEGER, F.O. Início da safra. Como determinar a maturação. **Boletim Informativo Coperest**, São Paulo, v.4, 1968. 1-3p.
- CARVALHO, A.U., VALADARES FILHO, S.C., COELHO DA SILVA, J.F. et al. Níveis de concentrado em dietas de zebuínos. 1. Consumo e digestibilidade aparente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.5, p.986-995, 1997.
- CECAVA, M.J.; MERCHEN, N.R.; GAY, L.C. et al. Composition of ruminal bacteria harvest from steers as influenced by dietary energy level, feeding frequency, and isolation techniques. **Journal of Dairy Science**, v.73, n.9, p.2480-2488, 1990.
- CHANEY, A.L.; MARBACH, E.P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. **Clinical Chemistry**, v.8, p.130-132, 1962.
- CHURCH, D.C. **The ruminant animal**: digestive physiology and nutrition. Englewood Cliffs: O&B Broks, 1988. 564p.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. Avaliação nutricional de alimentos ou de dietas? Uma abordagem conceitual. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 6., 2008, Viçosa, MG **Anais...** Viçosa, MG: SIMCORTE, 2008. p.21-51.
- HALL, M.B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**. University of Florida, 2000. p. A-25 (Bulletin 339, April-2000).
- HUNTINGTON, G.B.; ARCHIBEQUE, S.L. Practical aspects of urea and ammonia metabolism in ruminants. Raleigh: **American Society Animal Science**, p.1-11, 1999.
- ÍTAVO, L.C.V.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, F.F. et al. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de nutrientes em novilhos alimentados

- com dietas contendo vários níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1543-1552, 2002.
- KAPS, A.; LAMBERSON, W. **Biostatistics for animal science**. Cambridge: CABI Publishing, 2004. 445p.
- KUNG JR., L. Preparation of silage water extracts for chemical analyses. **Standard operating procedure** – 001 2.03.96. Worrilow: University of Delaware – Ruminant Nutrition Laboratory, 1996. 309p.
- LAZZARINI, I. **Consumo, digestibilidade e dinâmica de trânsito e degradação da fibra em detergente neutro em bovinos alimentados com forragem tropical de baixa qualidade e compostos nitrogenados**. 2007. 62p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- LEÃO, M.I. **Metodologias de coletas de digestas omasal e abomasal em novilhos submetidos a três níveis de ingestão: consumo, digestibilidade e produção microbiana**. 2002. 57p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- LUCCI, C.S.; VALVASOR, E.; LOPES, R. et al. Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) *in natura* ou ensilada, adicionada ou não de uréia, em dietas para ruminantes. Digestibilidade aparente. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v.60, n.1, 2003. 47-53p.
- MEHRES, A.Z.; ØRSKOV, E.R.; McDONALD, I. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. **British journal of Nutrition**, v.38, n.3, p.437-443, 1977.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: 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: V Simpósio Goiano sobre Manejo e Nutrição de Bovinos de Corte e Leite, Goiânia-GO. **Anais...** Goiânia:CBNA, 2003. p.1-14.
- OLIVEIRA, A.C.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37 n.2 p.335-342, 2008.

- OLIVEIRA, M.W.; MENDES L.C.; MARQUES W.P. et al. Adição de hidróxido de cálcio à silagem de cana. In: ZOOTEC 2004, 2004, Brasília. **Anais...** Brasília: 2004. (CD-ROM).
- ØRSKOV, E.R.; HOVELL, F.D. Digestion ruminal del heno (medida através de bolsas de dracon) en el ganado alimentado com caña de azucar o heno de pangola. **Tropical Animal Production**, v.3, n.1, p.9-11, 1978.
- PAZIANI, S.F. **Controle de perdas na ensilagem, desempenho e digestão de nutrientes em bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de capim tanzânia**. 2004. 208p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- PINA, D.S.; VALADARES FILHO, S.C.; AZEVEDO, J.A.G. et al. **Níveis de inclusão e tempos de exposição do óxido de cálcio à cana-de-açúcar sobre parâmetros digestivos e fisiológicos de novilhas Nelore**. 2008. p.45 Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- PRESTON, T.R. Nutritional limitations associated with the feeding of tropical forages. **Journal of Animal Science**, v.54, n.4, p.877-884, 1982.
- RENNÓ, L.N.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F. et al. Indicadores interno ou externo e efeito da contaminação da fibra em detergente neutro sobre a digestibilidade aparente total em novilhos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. (CD-ROM)
- SAMPAIO, C.B. **Consumo, digestibilidade e dinâmica ruminal em bovinos alimentados com forragem tropical de baixa qualidade suplementados com compostos nitrogenados**. 2007. p.65 Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- SCHMIDT, P.; NUSSIO, L.G., SANTOS, M.C. et al. Comportamento ingestivo de bovinos alimentados com silagens de cana-de-açúcar com doses de *Lactobacillus buchneri* NCIMB 40788. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004 Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia. (CD-ROM).
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: Imprensa Universitária, 2002. 235p.

- STALLCUP, O.T.; DAVIS, G.V.; SHIELDS, L. Influence of dry matter and nitrogen intakes on fecal nitrogen losses in cattle. **Journal of Dairy Science**, v.58, n.9, p.1301-1307, 1975.
- STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. **SAS user's guide**. Cary: 1999. v.8, 295p.
- TIBO, G.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Níveis de concentrado em dietas de novilhos mestiços F1 Simental x Nelore. 2. Balanço nitrogenado, eficiência microbiana e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.921-929, 2000.
- 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 and Development**, v.25, n.6, p.1037-1046, 1985.
- VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-Corte**. Viçosa: UFV/DZO, 2006. 142p.
- Van SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.