

LAYS DÉBORA SILVA MARIZ

**DESEMPENHO, PRODUÇÃO DE METANO ENTÉRICO E AVALIAÇÃO DE
LOCAIS PARA ESTIMAÇÃO DA DIGESTIBILIDADE RUMINAL DE BOVINOS
ALIMENTADOS COM DIETAS À BASE DE CANA-DE-AÇÚCAR E SILAGEM DE
MILHO**

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
2012

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

T

M343d
2012

Mariz, Lays Débora Silva, 1987-

Desempenho, produção de metano entérico e avaliação de locais para estimação da digestibilidade ruminal de bovinos alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar e silagem de milho / Lays Débora Silva Mariz. – Viçosa, MG, 2012. xii, 84f. : il. ; 29cm.

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

1. Bovino e corte - Alimentação e rações. 2. Milho - Silagem. 3. Cana-de-açúcar. 4. Metano. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 636.20852

LAYS DÉBORA SILVA MARIZ

**DESEMPENHO, PRODUÇÃO DE METANO ENTÉRICO E AVALIAÇÃO DE
LOCAIS PARA ESTIMAÇÃO DA DIGESTIBILIDADE RUMINAL DE BOVINOS
ALIMENTADOS COM DIETAS À BASE DE CANA-DE-AÇÚCAR E SILAGEM DE
MILHO**

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: 23 de agosto de 2012.

Edenio Detmann
(Coorientador)

Odilon Gomes Pereira
(Coorientador)

Luiz Gustavo Ribeiro Pereira

Marcos Inácio Marcondes

Sebastião de Campos Valadares Filho
(Orientador)

DEDICATÓRIA

À minha mãe, que criou suas duas filhas sendo mãe e pai durante todos estes anos, dedicando sua vida a nos ensinar o valor do amor nas coisas mais simples.

Ao meu pai, que não pode ver mais esta conquista, mas que de alguma forma sempre esteve ao meu lado.

À minha doce irmã, Manu, que é meu espelho de vida e superação.

Ao Felipinho, o pequeno príncipe de minha vida.

Ao Edfran, pela paciência, companheirismo, amor e amizade.

“Se tens fé, cumpre saberes que tudo é possível aquele que a tem.

AGRADECIMENTOS

À Deus e a Nossa Senhora da Piedade, pela vida e pela linda família que eu tenho. Por me dar forças nos momentos mais difíceis e proteção de todos os males.

À minha mãe, por ter superado grandes desafios na vida por suas duas filhas. Por me ajudar em meus estudos e por fazer de tudo para me dar o que muitas vezes não pode ter em sua vida.

Ao meu pai César, que me deixou sua felicidade em viver e seu jeito de ser, por ter sido um bom pai durante o pouco tempo que vivemos juntos.

À minha irmã, minha melhor amiga, minha conselheira e tutuzinha. Por me contagiar de alegria e por me fazer sentir tantas saudades por amar tanto você.

Ao Felipinho, meu sobrinho, que amo muito e mesmo pequeno já me proporciona muita alegria em ser titia.

Ao Ed, pela grande ajuda durante meu experimento, por seu tão especial e por tornar minha vida mais feliz.

À CAPES, pela bolsa de estudos.

Ao CNPq, Fapemig e INCT de Ciência Animal pelo financiamento parcial dessa pesquisa.

Ao Projeto Rúmen Gases, trabalho parcialmente financiado pelo CNPq/Edital REPENSA 562936/2010-6.

Ao professor Sebastião, por me proporcionar esta grande oportunidade, pelos ensinamentos, pela competência e paciência.

Ao Edenio, Odilon, Marcos Marcondes e Luiz Gustavo, pela grande contribuição na minha dissertação e pelo auxílio durante o experimento.

Aos estagiários e amigos que me ajudaram a construir este sonho: Aninha, Aline, Lyvian, Palomet, Lauret, Stefanie (Luxos), Flavão, Sandy, Keila, Letícia, Jéssica, Marcília, Márcia, Luciana, Dany Boy, Arielzinho, Diego Zanetti, Goianinho, Japa, Liminha, Luizão, Hamilton, Tico, Didi, Faider (Papacito), Leandrão, Dida, Gugu da Vovó, Erick Balbino, Zé e os Colombianos.

À Aline e Eduarda, por se tornarem amigas e irmãs tão especiais de Viçosa e pelos grandes momentos inesquecíveis de estudos e festas.

À Stefanie, pela grande contribuição neste trabalho. Por me ajudar sempre com um grande sorriso e simplicidade, sendo uma grande e brilhante pessoa.

À Lauret, pela grande companhia durante esta caminhada e pelo apoio em momentos difíceis.

À Palominha, pelo carinho e pela ajuda durante os apertos.

Ao Zanetti e ao Papacito, pela grande força na parte de campo e pela alegria na convivência.

Ao Pum, Tio Jojô, Marcelo Cardoso e Zezé por tornar os dias no campo mais tranquilos e pela amizade que construímos ao longo desta caminhada.

À República “Os Cavalos Deitados”, pelos anos de convivência e amizade.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia da UFV.

Aos animais do experimento de desempenho e aos fistulados: Negão, Chifrudin, Papacito, Meu Pretim e em especial ao Arielzín, que me proporcionou dias árduos e felizes.

BIOGRAFIA

LAYS DÉBORA SILVA MARIZ, filha de Jadir César Mariz e Silvana Consuelo de Cássia Silva Mariz, nasceu em Curvelo, Minas Gerais, 26 de fevereiro de 1987.

Em 2006, ingressou no curso de Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, colando grau em 23 de julho de 2010.

Em agosto de 2010 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Nutrição e Produção de Ruminantes, submetendo-se à defesa de dissertação em 23 de agosto de 2012.

ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	x
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	9
CAPÍTULO 1- Perfil fermentativo de silagens de cana-de-açúcar e desempenho produtivo de bovinos alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar (<i>Saccharum officinarum L.</i>) <i>in natura</i> ou ensilada e silagem de milho.....	14
Resumo.....	14
Abstract.....	16
Introdução.....	18
Material e Métodos.....	19
Resultados e Discussão.....	30
Conclusão.....	40
Referências Bibliográficas.....	42
CAPÍTULO 2- Produção de metano entérico, digestão ruminal obtida com amostras de digesta omasal e reticular e taxas de digestão em bovinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar <i>in natura</i> ou ensilada e silagem de milho.....	46
Resumo.....	46
Abstract.....	48
Introdução.....	49
Material e Métodos.....	51
Resultados e Discussão.....	60
Conclusão.....	75
Referências Bibliográficas.....	77

RESUMO

MARIZ, Lays Débora Silva, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2012. **Desempenho, produção de metano entérico e avaliação de locais para estimação da digestibilidade ruminal de bovinos alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar e silagem de milho.** Orientador: Sebastião de Campos Valadares Filho. Coorientadores: Edenio Detmann e Odilon Gomes Pereira.

O presente trabalho foi desenvolvido a partir de três experimentos descritos em dois capítulos. No capítulo 1, objetivou-se no experimento 1, avaliar o perfil fermentativo de silagens de cana-de-açúcar tratadas ou não com óxido de cálcio e no experimento 2, avaliar o consumo, a digestibilidade aparente total e o desempenho de bovinos alimentados com dietas constituídas de 60% dos seguintes volumosos na base da matéria seca: silagem de milho (SM); cana-de-açúcar *in natura* (CIN); cana-de-açúcar *in natura* durante os dois períodos iniciais de alimentação e silagem de milho no período final de alimentação (CIN/SM); silagem de cana-de-açúcar não tratada (SC 0%); silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,4% de óxido de cálcio (SC 0,4%) e silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,8% de óxido de cálcio (SC 0,8%) na base da matéria natural. No experimento 1, foram confeccionados 15 silos experimentais, 5 por tratamento (SC0%, SC0,4% e SC 0,8%), que foram abertos após 41 dias de fermentação. A recuperação da matéria seca nas silagens de cana-de-açúcar apresentou comportamento quadrático, sendo que o valor máximo de 94,02% foi estimado nas silagens tratadas com 0,81% de óxido de cálcio. A perda por gases apresentou comportamento linear decrescente de acordo com o aumento do nível de óxido de cálcio. A população de leveduras apresentou comportamento quadrático, sendo a menor população de 3,32 ufc/g de forragem fresca estimada no tratamento de 0,39% de óxido de cálcio. No experimento 2, utilizaram-se 30 bovinos mestiços europeu-zebu, com idade entre 24 a 36 meses e peso médio inicial de $343 \pm 7,0$ kg. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos e cinco repetições. O experimento foi dividido em três períodos de 28 dias. As digestibilidades das dietas foram avaliadas no último período experimental, utilizando-se a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) para estimar a excreção fecal. Os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) e carboidratos não fibrosos (CNF) foram maiores ($P < 0,05$) para animais alimentados com dietas à base de silagem de milho. Os animais alimentados com dietas de cana-de-açúcar *in natura* e CIN/SM apresentaram maior ($P < 0,05$) consumo de MS, MO, EE, FDNcp e CNF em relação aos alimentados com dietas de cana-de-açúcar ensilada. As dietas contendo silagem de milho

apresentaram menores ($P<0,05$) coeficientes de digestibilidade para MS, MO e CNF em comparação às dietas com cana-de-açúcar *in natura*. As digestibilidades da MS, MO, PB, EE, FDNcp e CNF nas silagens de cana-de-açúcar não tratadas e tratadas com 0,8% de óxido de cálcio foram similares. A dieta com silagem de cana tratada com 0,4% de óxido de cálcio apresentou menor digestibilidade da MO e FDNcp em relação às dietas de SC0% e SC0,8%. Os animais alimentados com silagem de milho apresentaram ganho médio diário superior ($P<0,05$) aos animais dos demais tratamentos. O ganho médio diário dos animais que receberam CIN/SM foi inferior ($P<0,05$) ao dos animais que receberam a silagem de milho, mas foi superior em 25,8% aos que receberam dieta contendo cana-de-açúcar. As dietas com silagem de cana-de-açúcar proporcionaram menor ($P<0,05$) ganho médio diário. Conclui-se que as dietas à base de silagem de milho proporcionam maiores desempenhos do que dietas à base de cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada, e que a troca de volumoso no terço final é benéfica, pois aumenta o ganho em 25,8% e assim pode reduzir o tempo para alcançar um mesmo peso final e, que a utilização do óxido de cálcio reduz as perdas de matéria seca, porém os níveis utilizados não foram eficientes para alterar o consumo dos animais. No capítulo 2, objetivou-se avaliar o consumo, as digestibilidades ruminais e intestinais obtidas com amostras de digesta coletadas no retículo e no omaso e as taxas de passagem e de digestão e a produção de metano entérico em bovinos alimentados com dietas contendo silagem de milho (SM) e cana-de-açúcar *in natura* (CIN) ou ensilada. Foram utilizados cinco bovinos mestiços fistulados no rúmen, com idade entre 24 a 36 meses e peso vivo médio inicial de $336\pm 16,6$ kg, distribuídos em quadrado latino 5x5, sendo os cinco tratamentos compostos de dietas com 60% dos seguintes volumosos na base da matéria seca: silagem de milho (SM); cana-de-açúcar *in natura* (CIN); silagem de cana-de-açúcar não tratada (SC 0%); silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,4% de óxido de cálcio (SC 0,4%) e silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,8% de óxido de cálcio (SC 0,8%) na base da matéria natural. Para avaliar as digestibilidades, foram realizadas seis coletas de fezes e de digesta reticular e omasal, com intervalos de 12 horas, durante três dias consecutivos, utilizando-se para estimar os fluxos dos constituintes nas digestas de omaso e de retículo, o sistema de dois indicadores (FDNi, para a fase sólida e Co-EDTA para a fase líquida), sendo a produção fecal estimada com a FDNi. Para medir as taxas de digestão foram feitos dois esvaziamentos do rúmen, sendo um 4h após o fornecimento das dietas pela manhã e outro antes do fornecimento das dietas. A produção de metano foi estimada pelo método do hexafluoreto de enxofre, durante cinco dias consecutivos. Os dados foram analisados, utilizando-se o procedimento PROC

MIXED do SAS. As maiores produções diárias de metano ($P < 0,05$) foram observadas nas dietas à base de silagem de milho e cana-de-açúcar *in natura* em relação às dietas contendo silagens de cana-de-açúcar, mas quando expressa por unidade de produto animal, foi menor ($P < 0,05$) em dietas de silagem de milho e cana-de-açúcar *in natura* em comparação às dietas à base de silagem de cana-de-açúcar. As digestas reticular e omasal apresentaram similaridade ($P > 0,05$) para estimar as digestibilidades ruminais da MS, MO, PB, FDNcp e CNF. Contudo, a digestibilidade ruminal do EE e as digestibilidades intestinais da PB e do EE diferiram ($P < 0,05$) entre os locais de coleta. A dieta com silagem de milho apresentou a maior ($P < 0,05$) taxa de ingestão da MS e de passagem da MS e da FDNcp e proporcionou maiores consumos aos animais. As taxas de ingestão e passagem da MS e da FDNcp foram similares nas dietas de SC 0% e SC 0,4%. A dieta de SC 0,8% apresentou taxa de ingestão e passagem da MS e FDNcp menor em relação à SC 0,4%. Conclui-se que dietas de melhor qualidade apresentam menores produções de metano por unidade de produto animal e maiores taxas de digestão e de passagem. Além disso, observa-se que a coleta de digesta no omaso apresenta melhor consistência em relação à coleta de digesta reticular.

ABSTRACT

MARIZ, Lays Débora Silva, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, August, 2012. **Performance, enteric methane production and evaluation of places for estimating the digestibility ruminal cattle fed diets based on sugar cane and corn silage performance.** Adviser: Sebastião de Campos Valadares Filho. Co-advisers: Edenio Detmann and Odilon Gomes Pereira.

The present work was developed starting from three experiments described in two chapters. In chapter one, the first experiment, aimed on evaluate the fermentative profile of sugarcane silage treated or not with calcium oxide, the experiment two, evaluate intake, the apparent digestibility and the performance of cattle fed on to different diets constituted of 60% on the follow roughage in the dry matter (DM) basis: corn silage (CS); *in natura* sugar cane (INC); *in natura* sugar cane for the first two feeding periods and corn silage at the final feeding period (INC/CS); untreated sugar cane silage (CS 0%); 0,4% calcium oxide treated sugarcane silage (CS 0,4%) and 0,8% calcium oxide treated sugar cane silage (CS 0,8%) based on natural matter. At experiment one, were made 15 experimental silos, five per treatment (CS0%, CS0,4% and CS 0,8%), that were opened after 41 days of fermentation. The dry matter recovery on the sugar cane silage presented quadratic comportment, being the maximum value 94,02% estimated at the treated silage with 0,81% calcium oxide. The gas loss presented straight decreasing comportment according with the calcium oxide level raise. The yeast population presented quadratic comportment, being the lower population 3,32 ufc/g of fresh forage estimated at the 0,39% calcium oxide treatment. At experiment 2, was used 30 crossbred cattle Zebu-European, with 24 to 36 months and with average body initial weight $343 \pm 7,0$ kg. The experiment was accomplished at completely randomized design, with 6 treatments and 5 replications. The experiment was divided in three periods of 28 days. The diets digestibility were evaluated at the final experimental period, using the indigestible neutral detergente fiber (iNDF) to evaluate the fecal excretion. The DM intake, organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergente fiber (NDF) and non-fiber carbohydrates (NFC) were higher ($P < 0,05$) for fed animals with corn silage diets. The animals fed with *in natura* sugar cane and INC/CS presented higher ($P < 0,05$) DM, OM, EE, NDF and NFC intake than those fed with sugar cane silage. The diets with corn silage presented lower ($P < 0,05$) digestibility coefficients for DM, OM and NFC than the *in natura* sugar cane diets. The digestibility of the DM, OM, CP, EE, NDF and NFC at the sugar cane silage untreated and treated with 0,8% calcium oxide were the same. The treated sugar cane

silage diet with 0,4% calcium oxide presented lower OM and NDF digestibility than the CS0% and CS0,8% diets. The corn silage fed animals presented daily medium weight gain greater ($P<0,05$) than the other treatments animals. The medium daily weight gain that received INC/CS was lower ($P<0,05$) than the corn silage fed animals, but it was greater on 25,8% than the sugar cane diet fed animals. The sugar cane diets provided lower ($P<0,05$) daily medium gain. Was conclude that the corn silage based diets provided better performances than those fed *in natura* sugar cane or sugar cane silage, and that the roughage change on the final third is beneficial, because raise the gain on 25,8% so can reduce the time to reach the same final weight and that the calcium oxide use reduce the dry matter loss, but the used levels wasn't efficient to change the animals intake. At chapter two, aimed on evaluate the intake, the ruminal and intestinal digestibility obtained with diets samples collected in reticulum or omasum, and the rates of passage, digestibility and enteric methane production on diets containing corn silage (CS) and *in natura* sugar cane (INC) or ensilage. Five crossbred cattle were used, fistulated in the rumen and with 24 to 36 months, weighting $336\pm 16,6$ kg, distributed on 5x5 Latin square design, being the five treatments compound on 60% diets on the follow roughage in the DM basis :corn silage (CS); *in natura* sugar cane (INC); untreated sugar cane silage (CS 0%); 0,4% calcium oxide treated sugar cane silage (CS 0,4%); 0,8% calcium oxide treated sugar cane silage (CS 0,8%) natural matter based. To evaluate the digestibility, were made six sampling feces, reticular and omasal digestas with intervals of twelve hours, using to estimate the constituents outflow in reticular and omasal digestas, the two marker systems (iNDF, to solid phase and Co-EDTA to the liquid phase), being the fecal production estimated with the iNDF. To measure the digestion rate were made two ruminal dissections, being the first after the morning diet supply and the other one before the diets supply. The methane production was estimated by the sulfur hexafluoride gas tracer method during five consecutive days. The data was analyzed using the SAS PROC MIXED. The greater daily methane productions ($P<0,05$) was observed on the *in natura* sugar cane and corn silage than the sugar cane silage but when expressed on animal product unit, was lower ($P<0,05$) on corn silage and *in natura* sugar cane than the sugar cane silage diets. The reticular and omasal digestas presented similarities ($P>0,05$) to evaluate the ruminal digestibility of the DM, OM, CP, NDF and NFC. However the ruminal digestibility of EE and intestinal digestibility of PB and EE differed ($P<0,05$) between the collects locations. The corn silage diet presented the greater ($P<0,05$) ingestion rate of DM, passage rate of DM and NDF and provided greater animal intake. The ingestion and passage rates of DM and NDF

were similar on the CS 0% and CS 0,4% diets. The CS 0,8% diet presented ingestion and passage rate of DM and NDF lower than CS 0,4%. Concludes that the better quality diets presented lower methane production per animal product unit and greater digestibility and passage rates. In addition observed that the omasal digesta collect presented better consistency than the reticular digesta.

Introdução Geral

A base da alimentação dos bovinos, no Brasil, independentemente do sistema de suplementação adotado, é o alimento volumoso (Pereira, 2008). A estacionalidade de produção caracterizada pela alta oferta de forragens no período das águas e escassez de forragens no período da seca compromete a produção pecuária em nosso país. Diante disto, a busca por estratégias na alimentação que otimizem a produtividade de bovinos na época de escassez de alimentos direciona estudos para a utilização de volumosos alternativos na alimentação de ruminantes.

Dentre as fontes de volumosos mais utilizados na alimentação de ruminantes em confinamento, destaca-se a silagem de milho, sendo caracterizada como volumoso padrão devido ao seu valor nutritivo que proporciona altos desempenhos produtivos.

Além da silagem de milho, a cana-de-açúcar é importante volumoso utilizado na alimentação de bovinos no Brasil. A importância da cana-de-açúcar está atribuída às diversas vantagens que esta cultura oferece, destacando-se o baixo custo de produção por unidade de matéria seca, o seu melhor valor nutritivo coincidindo com o período de escassez de forragens verdes na pastagem, a alta produção de massa e de energia por unidade de área, a manutenção do valor nutritivo por longo período de tempo, a simplicidade operacional no manejo e a menor taxa de risco em relação às demais culturas.

Os baixos teores de proteína e minerais, em especial fósforo e enxofre, e a baixa digestibilidade da fibra em detergente neutro, representam limitações nutricionais deste volumoso. A taxa em que ocorre a hidrólise enzimática da fibra é um fator limitante na digestão ruminal, sendo esta taxa limitada pela penetração das enzimas no complexo lignina-polissacarídeo da parede celular (Varga et al., 1998). Segundo Valadares Filho et al. (2002), a principal limitação da cana-de-açúcar é a redução de consumo ocasionada principalmente pela

baixa digestibilidade da fibra, uma vez que seu teor médio em FDN é menor que o da silagem de milho.

A cana-de-açúcar é tradicionalmente utilizada na forma *in natura* desintegrada, sendo fornecida diariamente para os animais; porém em maior escala produção, a logística operacional com colheita diária torna-se grande entrave, devido à necessidade de mão-de-obra diária. Assim, a possibilidade de conservação deste material para o fornecimento aos animais por, pelo menos, 72 horas após o corte, permitiria melhor logística para a utilização do mesmo e conseqüentemente redução dos custos associados com corte, transporte e trituração (Pina et al., 2011).

A ensilagem da cana-de-açúcar surge como alternativa para contornar os empecilhos relacionados à utilização deste recurso forrageiro na forma *in natura*; além disto, em casos de ocorrência de incêndios acidentais nos canaviais, se torna necessário o armazenamento imediato da cultura, pois o valor nutritivo desta forrageira é comprometido pelo processo de conversão da sacarose. A utilização da cana-de-açúcar *in natura* fora de safra também sofre restrições, em virtude do baixo teor de sacarose (Matsuoka e Hoffmann, 1993). Portanto, a adoção do método de ensilagem representa possibilidade para se manter o valor nutritivo da cana-de-açúcar e permitir melhor logística para sua utilização.

Porém, as limitações no processo fermentativo constituem questionamentos em relação aos benefícios de sua utilização. Geralmente, os microrganismos existentes em maior número nas plantas forrageiras são enterobactérias, leveduras e fungos, que competem com os lactobacilos pelos açúcares durante a ensilagem, sendo considerados indesejáveis (Bolsen et al., 1992). Assim, o alto teor de carboidratos solúveis na cana-de-açúcar e a grande população de leveduras epífitas, levam à fermentação alcoólica na qual ocorre a conversão dos açúcares em CO₂, água e etanol, reduzindo assim a aceitabilidade e conseqüentemente o consumo.

Outro fator a se considerar são as perdas por efluentes e gases ocorridas durante o processo fermentativo e que depreciam a qualidade final da silagem (Cavali et al., 2010). Na ensilagem da cana-de-açúcar, perdas por gases têm muita importância, pois são altamente correlacionadas ao teor de etanol (90,3%) e à recuperação de matéria seca (89,3%) (Pedroso et al., 2005).

Assim, diversos estudos estão sendo direcionados com o intuito de avaliar diferentes tipos de aditivos químicos que garantam melhor padrão fermentativo das silagens e que sejam eficientes para melhorar o coeficiente de digestibilidade da cana-de-açúcar. O óxido de cálcio está sendo amplamente testado como aditivo químico nas silagens de cana-de-açúcar, porém os resultados ainda são inconsistentes.

Segundo Balieiro Neto et al. (2007), o óxido de cálcio (cal virgem micropulverizada) pode reduzir os constituintes da parede celular por hidrólise alcalina e 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 e após a abertura do silo.

Chizzotti et al. (2011) avaliando o efeito dos níveis de óxido de cálcio (0%; 0,5%; 1% e 1,5%) sobre a silagens de cana-de-açúcar, observaram efeito linear positivo dos níveis de óxido de cálcio sobre a digestibilidade da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN). Balieiro Neto et al. (2007), ao trabalhar com níveis de 0; 0,5 e 1% de cal na silagem de cana-de-açúcar, observaram que o aditivo no nível de 1% foi capaz de aumentar a digestibilidade, reduzir os constituintes da parede celular e promover maior estabilidade da composição química e melhor qualidade da silagem.

As melhorias no padrão fermentativo e na digestibilidade das silagens de cana-de-açúcar tratadas com óxido de cálcio visam proporcionar aumento no consumo dos animais

refletindo melhores desempenhos. Para bovinos de corte, existem poucos trabalhos na literatura nacional que avaliam a eficiência deste aditivo sobre o desempenho animal.

Chizzotti et al. (2009) avaliaram o desempenho de bovinos alimentados com silagem de cana-de-açúcar tratadas ou não com diferentes níveis de óxido de cálcio (0; 0,5%, 1% e 1,5%), e observaram que a adição de 0,5% de óxido de cálcio aumentou a qualidade da silagem de cana-de-açúcar e proporcionou um maior ganho médio diário nos animais. Menezes et al. (2011) compararam o desempenho de animais alimentados com silagem de cana-de-açúcar tratada e não tratada com 1% de óxido de cal, concluíram que os animais alimentados com dietas de silagem de cana-de-açúcar tratada apresentaram maior digestibilidade da matéria orgânica (MO), carboidratos não fibrosos (CNF) e teor de nutrientes digestíveis totais (NDT), no entanto, não diferiram quanto ao desempenho produtivo em relação ao uso da silagem de cana-de-açúcar sem cal. Porém Moraes (2010), caracterizou a adição de 0,86% de cal na silagem de cana como uma possível estratégia, visto que incrementou o consumo NDT dos animais.

Atualmente alterações no tipo de volumoso durante o período de alimentação, utilizando-se dietas de maior valor nutritivo no período final do confinamento, estão sendo avaliadas como estratégia alimentar em confinamentos, que segundo Roman et al. (2011), tem por objetivo melhorar o desempenho e o acabamento e reduzir os custos. Porém existe grande carência de estudos que avaliem o desempenho dos animais com a aplicação desta técnica. Roman et al. (2011), avaliando se a utilização de silagem de cana-de-açúcar na metade inicial do confinamento e a sua substituição total por silagem de milho na metade final do confinamento poderia interferir no desempenho animal, não verificaram diferenças no ganho e peso final destes animais em relação aos animais alimentados exclusivamente com silagem de milho.

A dieta, em si, pode afetar o consumo e a digestibilidade dos nutrientes e, como consequência imediata, o desempenho dos animais (Dias, 2009). Assim, os estudos de digestão de ruminantes possibilitam esclarecer diferenças que são observadas entre os animais alimentados com várias dietas.

Diferentes métodos de amostragem e técnicas com indicadores estão sendo usadas em animais fistulados para se estimar o fluxo de nutrientes a partir do rúmen (Krizsan et al., 2010). A técnica de amostragem omasal foi proposta por Huhtanen et al. (1997) para estimar o fluxo ruminal e conseqüentemente a digestibilidade ruminal. Essa técnica vem sendo aperfeiçoada e utilizada em diversas pesquisas (Ahvenjärvi et al., 2000; Reynal et al., 2003; Rotta, 2012), porém se trata de técnica laboriosa que exige a utilização de equipamentos sofisticados. Além disto, durante o processo de amostragem, as folhas omasais podem sofrer injúrias com a utilização de bomba a vácuo.

Pelo fato da digesta coletada no canal omasal não ser representativa da digesta verdadeira que entra neste local (Ahvenjärvi et al., 2001), é necessário a utilização de um sistema de indicadores para reconstituir a digesta verdadeira e conseqüentemente reduzir o erro da técnica (Huhtanen et al., 1997; Ahvenjärvi et al., 2000). Segundo Dias (2009), a digesta omasal pode ser dividida em duas fases, quando não se separa a fase líquida e de pequenas partículas (fase líquida e de pequenas partículas e fase de grandes partículas), possibilitando a utilização de apenas dois indicadores (Dias et al., 2007).

A técnica de amostragem reticular vem sendo sugerida como alternativa à técnica de amostragem omasal, pois segundo Hristov (2007), a digesta reticular pode representar a digesta que está saindo do orifício rúmen-retículo.

Krizsan et al. (2010) observaram que as técnicas de amostragem omasal e reticular proporcionaram estimativas similares do fluxo ruminal de nutrientes e da digestibilidade da matéria seca e matéria orgânica. Estes autores concluíram que a amostragem reticular poderia

constituir alternativa à amostragem omasal devido à menor interferência no animal e por não exigir a utilização de equipamentos mais elaborados.

Ao contrário destes resultados, Rotta et al. (2012) observaram maiores digestibilidades ruminais para matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e proteína bruta (PB) e menores digestibilidades ruminais da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) na digesta reticular em relação à digesta omasal e não recomendou a utilização da amostragem reticular para estimar o fluxo ruminal. Contudo, é necessário que novos estudos sejam realizados para avaliar o local mais adequado para estimar o fluxo ruminal.

A contribuição da produção de metano entérico para o aquecimento global (Moss et al., 2000) é vista como importante questão ambiental que envolve o sistema de produção de carne (Mc Geough et al., 2010). As emissões globais de metano, a partir dos processos entéricos, são estimadas em cerca de 85 Tg ano⁻¹, correspondendo a 22,7% das emissões totais de metano geradas por fontes antrópicas (USEPA, 2000). No Brasil, em 2005, a fermentação entérica nos ruminantes representou uma das fontes de emissão de CH₄ mais importantes, com 63,2% de participação na geração deste gás; sendo que as categorias de gado bovino contribuíram com 97% destas emissões e com 91% das emissões totais de metano da pecuária (MCT, 2010).

Além da contribuição do metano para o efeito estufa, a produção deste gás representa perda energética de 2 a 12 % da energia bruta consumida (Johnson e Johnson, 1995) sendo, portanto, de grande interesse quantificar a produção de metano pelos ruminantes (Berchielli et al., 2003).

Diversos estudos estão sendo direcionados para adoções de estratégias de mitigação de metano no sistema de produção de carne com o objetivo de não comprometer o desempenho animal (Mc Geough et al., 2010; Moss et al., 2000).

A manipulação da dieta, nível de ingestão de alimentos, taxa de passagem, seleção genética e produtividade animal são alguns fatores citados na literatura que tem influência nas emissões de metano oriunda da fermentação entérica (Boadi et al., 2004; Johnson et al., 1995; Yan et al., 2000).

Em diversos estudos demonstrou-se existir relação linear entre o consumo voluntário de matéria seca e a produção de metano em gramas por dia (Moe et al., 1979; Kuhihara et al., 1999).

Kurihara et al. (1999) quantificaram a produção de metano em bovinos da raça Brahman alimentados com forragem tropical de baixa digestibilidade, de média digestibilidade e dietas de alta digestibilidade (ricas em grãos). Os consumos de matéria seca em dietas de forragem com média e alta digestibilidade foram maiores (7,07 e 7,31 kg, respectivamente) em relação à dieta de baixa digestibilidade (3,58 kg). Foi observada a relação linear ($\hat{y} = -36,2 + 41,5X$) entre o consumo de matéria seca e a produção de metano em dietas à base de forragem tropical. As perdas de energia bruta na forma de metano foram menores em dietas de alto grão (6,7%), enquanto que as perdas nas dietas de forragem tropical não diferiram (10,4 e 11,4%).

De acordo com Mc Geough et al. (2010), informações relacionadas à eficiência animal podem ser esclarecidas, quando se expressa a produção de metano em relação ao consumo de matéria seca (g/kg de MS) e por produto animal (g/kg de ganho). Esses autores, trabalhando com silagens de milho com diferentes tempos de colheita e dietas de alto concentrado, observaram menores produções de metano (gramas/kg de ganho) em dietas com alto concentrado (236 g/kg de ganho) em relação às dietas com silagem de milho (média de 333,25 g/kg de ganho). Ressaltaram que melhorias na qualidade da dieta proporcionam menores produções de metano por unidade de produto animal.

O desenvolvimento de medidas para reduzir as emissões de metano requer estudos detalhados dos determinantes da emissão, tais como a composição da dieta e nível de consumo, em conjunto com técnicas acuradas e precisas de mensuração das emissões de metano nos animais (Lassey, 2011). Alguns estudos quantificando as produções de metano através da técnica do hexafluoreto de enxofre foram realizados no Brasil (Berchielli et al., 2003; Dermachi et al., 2003; Pedreira et al., 2004; Primavesi et al., 2004; Nascimento, 2007), porém existe ainda a necessidade de ampliar estas pesquisas a fim de que sejam determinados os patamares de emissões para as práticas de manejo atualmente adotadas pelos sistemas de produção e para fins de elaboração de inventários nacionais (Pereira et al., 2011).

Desta forma, objetivou-se analisar o perfil fermentativo das silagens de cana-de-açúcar tratadas ou não com óxido de cálcio; avaliar o consumo e desempenho produtivo, as digestibilidades ruminais e intestinais obtidas com amostras de digesta coletadas no retículo e no omaso, as taxas de passagem e de digestão e a produção de metano entérico pela técnica do SF₆, em bovinos alimentados com dietas contendo silagem de milho ou cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada.

Referências Bibliográficas

- AHVENJÄRVI, S.; VANHATALO, A.; HUHTANEN, P.; VARVIKKO, T. Determination of reticulo-rumen and whole-stomach digestion in lactating cows by omasal canal or duodenal sampling. **British Journal of Nutrition**, v.83, p.67–77, 2000.
- AHVENJÄRVI, S.; SKIBA, B.; HUHTANEN, P. Effect of heterogeneous digesta chemical composition on the accuracy of measurements of fiber flow in dairy cows. **Journal of Animal Science**, v.79, p.1611–1620, 2001.
- BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A. et al. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1231-1239, 2007.
- BERCHIELLI, T.T.; PEDREIRA, M.S.; OLIVEIRA, S.G. et al. Determinação da produção de metano e pH ruminal em bovinos de corte alimentados com diferentes relações volumoso:concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. CD-ROM.
- BOADI, D.; BENCHAAAR, C.; CHIQUETTE, J. et al. Mitigation strategies to reduce enteric methane emissions from dairy cows. **Journal of Animal Science**, v.84, p.319-335, 2004.
- BOLSEN, K.K.; LIN, C.; BRENT, B.E. et al. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfafa and corn silages. **Journal of Dairy Science**. V.75, p.3066-3083, 1992.
- CAVALI, J.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Bromatological and microbiological characteristics of sugarcane silages treated with calcium oxide. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1398-1408, 2010.
- 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. **Journal of Animal Science**, v. 87, p.303-303, 2009.
- CHIZZOTTI, F.H.M.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Intake and digestibility in steers fed sugarcane ensiled with different levels of calcium oxide.. In: ADSA-CSAS-ASAS Joint Annual Meeting. **Journal of Animal Science**, v.89, p,171-171, 2011.
- DIAS, M. **Indicadores na coleta de digesta omasal e na cinética de trânsito do trato gastrintestinal de bovinos**. Tese (Doutorado em Zootecnia) -Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. p.110, 2009.
- HRISTOV, A.N. Comparative characterization of reticular and duodenal digesta and possibilities of estimating microbial outflow from the rumen based on reticular sampling in dairy cows. **Journal of Animal Science**, v.85, p.2606–2613, 2007.
- HUHTANEN, P., BROTZ, P.G., SATTER, L.D. Omasal sampling technique for assessing fermentative digestion in the forestomach of dairy cows. **Journal of Animal Science**, v. 75, p.1380–1392, 1997.
- JOHNSON, K.A., JOHNSON, D.E. Methane emissions from cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2483-2492, 1995.
- KRIZSAN, S.J.; AHVENJÄRVI, S.; VOLDEN, H.; BRODERICK, G.A. Estimation of rumen outflow in dairy cows fed grass silage-based diets by use of reticular sampling as an alternative to sampling from the omasal. **Journal of Dairy Science**, v.9, p.1138–1147, 2010.
- KURIHARA, M.; MAGNER, T.; HUNTER, R.A.; McCRABB, G.J. Methane production and energy partition of cattle in the tropics. **British Journal of Nutrition**, v.81, p.227-234, 1999.

- LASSEY, K.R.; PINARES-PATIO, C.S.; MARTIN, R.J. et al. Enteric methane emission rates determined by the SF6 tracer technique: Temporal patterns and averaging periods. **Animal Feed Science and Technology**, v.166–167, p.183–191, 2011.
- MATSUOKA, S.; HOFFMAN, H.P. Variedades de cana-de-açúcar para bovinos. In: SIMPOSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., Piracicaba, MG. **Anais...Piracicaba: FEALQ**, 1993. p.17-35.
- MC GEOUGH, E.J.; O'KIELY, P.; HART, K.J.; MOLONEY, A.P. et al. Methane emissions, feed intake, performance, digestibility, and rumen fermentation of finishing beef cattle offered whole-crop wheat silages differing in grain content. **Journal of Animal Science**, v.88, p.2703–2716, 2010.
- MCT - MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de Montreal, Brasília, MCT. p.212, 2010.
- MENEZES, G.C.C .; VALADARES FILHO, S.C .; MAGALHÃES, F.A. et al. Intake and performance of confined bovine fed fresh or ensilaged sugar cane based diets and corn silage. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1095-1103, 2011.
- MOE, P. W.; AND H. F. TYRRELL. Methane production in dairy cows. **Journal of Dairy Science**. v.62, p.1583–1586, 1979..
- MORAES, K.A.K. **Cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada e silagem de milho em dietas para novilhas de corte**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG .p.67, 2010.
- MOSS, A.R.; JOUANY, J.P.; NEWBOLD, J. Methane production by ruminants: Its contribution to global warming. **Ann.Zootech**, v.49, p.231–253, 2000.
- NASCIMENTO, C.F.M. **Emissão de metano por bovinos Nelore ingerindo *Brachiaria brizantha* em diferentes estádios de maturação**. Dissertação (Mestrado em Nutrição e

- Produção Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Pirassununga, SP. p. 65, 2007.
- PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F. et al. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agricola**, v.62, p.427-432, 2005.
- PEDREIRA, M.S.; BERCHIELLI, T.T.; OLIVEIRA, S.G. et al. Produção de metano e concentração de ácidos graxos voláteis ruminal em bovinos alimentados com diferentes relações de volumoso:concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia. 2004. CD-ROM
- PEREIRA, L.G.R.; MACHADO, F.S.; CAMPOS, M.M. et al. Avanço conceitual em diagnóstico e estratégias de mitigação de metano entérico em bovinos de leite no Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE BOVINOCULTURA LEITEIRA, 3., Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, 2011. p.75-122.
- PEREIRA, O.G.; OLIVEIRA, A.S.; RIBEIRO, K.G. et al. Otimização de dietas à base de silagens de soja. In: Simpósio de Produção de Gado de Corte, 6., Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, 2008. p.213-243.
- PINA, D. S.; VALADARES FILHO, S. C.; TEDESCHI, L. O. et al. Níveis de inclusão e tempo de exposição da cana-de-açúcar ao óxido de cálcio sobre parâmetros digestivos e o desempenho de novilhas Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.648-656, 2011.
- PRIMAVESI, O.; FRIGHETTO, R.T.S.; PEDREIRA, M.S. et al. Metano entérico de bovinos leiteiros em condições tropicais brasileiras . **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p.277–283, 2004.
- REYNAL, S.M.; BRODERICK, G.A.; AHVENJÄRVI, S.; HUHTANEN, P. Effect of feeding protein supplements of differing degradability on omasal flow of microbial and undegraded protein. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.1292–1305, 2003.

- ROMAN, J.; JOBIM, C.C.; RESENDE, F.D. et al. Performance of finishing beef cattle fed different diets containing whole-crop maize silage or sugarcane silage. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.682-689, . 2011..
- ROTTA, P. P. ; VALADARES FILHO, S. C.; COSTA E SILVA, L.F. et al. Locais de coleta de digesta para a estimativa do fluxo ruminal em bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49. Brasília. **Anais...**Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia. 2012. CD-ROM.
- USEPA. Evaluation ruminant livestock efficiency projects and programs: peer review draft. Washington: **United States Environmental Protection Agency**, p.48, 2000.
- VALADARES FILHO, S.C., ROCHA JR., V.R., CAPPELLE, E.R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. p.297, 2002.
- VARGA G.A., DANN, H.M., ISHLER, V.A. The use of fiber concentrations for ration formulation. **Journal of Animal Science**, v.81, p.3063–3074, 1998.

Capítulo 1

Perfil fermentativo de silagens de cana-de-açúcar e desempenho produtivo de bovinos alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) *in natura* ou ensilada e silagem de milho

Resumo: Objetivou-se avaliar o perfil fermentativo das silagens de cana-de-açúcar não tratadas ou tratadas com óxido de cálcio; avaliar o consumo, a digestibilidade aparente total e o desempenho de bovinos alimentados com dietas constituídas de 60% na base da matéria seca dos seguintes volumosos: silagem de milho (SM); cana-de-açúcar *in natura* (CIN); cana-de-açúcar *in natura* durante os dois períodos iniciais de alimentação e silagem de milho no período final de alimentação (CIN/SM); silagem de cana-de-açúcar não tratada (SC 0%); silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,4% de óxido de cálcio (SC 0,4%) e silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,8% de óxido de cálcio (SC 0,8%) na base da matéria natural. No experimento 1, foram confeccionados 15 silos experimentais, cinco por tratamento (SC0%, SC0,4% e SC 0,8%), que foram abertos após 41 dias de fermentação. A recuperação da matéria seca nas silagens de cana-de-açúcar apresentou comportamento quadrático, sendo que o valor máximo de 94,02% foi estimado nas silagens tratadas com 0,81% de óxido de cálcio. A perda por gases apresentou comportamento linear decrescente de acordo com o aumento do nível de óxido de cálcio. A população de leveduras apresentou comportamento quadrático, sendo a menor população de 3,32 ufc/g de forragem fresca estimada no tratamento de 0,39% de óxido de cálcio. No experimento 2, utilizaram-se 30 bovinos mestiços europeu-zebu, com idade entre 24 a 36 meses e peso médio inicial de 343±7,0 kg. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos e cinco repetições. O experimento foi dividido em três períodos de 28 dias. As digestibilidades das dietas foram avaliadas no último período experimental, utilizando-se a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) para estimar a excreção fecal. Os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) e carboidratos não fibrosos (CNF) foram maiores ($P<0,05$) para animais alimentados com dietas à base de silagem de milho. Os animais alimentados com dietas de cana-de-açúcar *in natura* e CIN/SM apresentaram maior ($P<0,05$) consumo de MS, MO, EE, FDNcp e CNF em relação aos alimentados com dietas de cana-de-açúcar ensilada. As dietas contendo silagem de milho apresentaram menores ($P<0,05$) coeficientes de digestibilidade para MS, MO e CNF em comparação às dietas com

cana-de-açúcar *in natura*. As digestibilidades da MS, MO, PB, EE, FDNcp e CNF nas silagens de cana-de-açúcar não tratadas e tratadas com 0,8% de óxido de cálcio foram similares. A dieta com silagem de cana tratada com 0,4% de óxido de cálcio apresentou menor digestibilidade da MO e da FDNcp em relação às dietas contendo SC0% e SC0,8%. Os animais alimentados com silagem de milho apresentaram ganho médio diário superior ($P<0,05$) aos animais dos demais tratamentos. O ganho médio diário dos animais que receberam CIN/SM foi inferior ($P<0,05$) ao dos animais que receberam a silagem de milho, mas foi superior em 25,8% aos que receberam dieta contendo cana-de-açúcar. As dietas com silagem de cana-de-açúcar proporcionaram menor ($P<0,05$) ganho médio diário. Conclui-se que as dietas à base de silagem de milho proporcionam maiores desempenhos do que dietas à base de cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada, e que a troca de volumoso é benéfica no terço final, pois aumenta o ganho em 25,8% e assim pode reduzir o tempo para alcançar o mesmo peso final e, que a utilização do óxido de cálcio reduz as perdas de matéria seca, porém os níveis utilizados não foram eficientes para alterar o consumo dos animais.

Palavras-chave: cana-de-açúcar, silagem de milho, óxido de cálcio, consumo, digestibilidade, desempenho.

Fermentation characteristics of sugar cane silages and productive performance of cattle fed diets based on sugar cane (*Saccharum officinarum* L.) *in natura* or silage and corn silage

ABSTRACT: It was evaluated the fermentative profile of sugarcane silage treated or not with calcium oxide, the experiment two, evaluate intake, the apparent digestibility and the performance of cattle fed on to different diets constituted of 60% on the follow roughage in the dry matter (DM) basis: corn silage (CS); *in natura* sugar cane (INC); *in natura* sugar cane for the first two feeding periods and corn silage at the final feeding period (INC/CS); untreated sugar cane silage (CS 0%); 0,4% calcium oxide treated sugarcane silage (CS 0,4%) and 0,8% calcium oxide treated sugar cane silage (CS 0,8%) based on natural matter. At experiment one, were made 15 experimental silos, five per treatment (CS0%, CS0,4% and CS 0,8%), that were opened after 41 days of fermentation. The dry matter recovery on the sugar cane silage presented quadratic comportment, being the maximum value 94,02% estimated at the treated silage with 0,81% calcium oxide. The gas loss presented straight decreasing comportment according with the calcium oxide level raise. The yeast population presented quadratic comportment, being the lower population 3,32 ufc/g of fresh forage estimated at the 0,39% calcium oxide treatment. At experiment 2, was used 30 crossbred cattle Zebu-European, with 24 to 36 months and with average body initial weight $343 \pm 7,0$ kg. The experiment was accomplished at completely randomized design, with 6 treatments and 5 replications. The experiment was divided in three periods of 28 days. The diets digestibility were evaluated at the final experimental period, using the indigestible neutral detergente fiber (iNDF) to evaluate the fecal excretion. The DM intake, organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergente fiber (NDF) and non-fiber carbohydrates (NFC) were higher ($P < 0,05$) for fed animals with corn silage diets. The animals fed with *in natura* sugar cane and INC/CS presented higher ($P < 0,05$) DM, OM, EE, NDF and NFC intake than those fed with sugar cane silage. The diets with corn silage presented lower ($P < 0,05$) digestibility coefficients for DM, OM and NFC than the *in natura* sugar cane diets. The digestibility of the DM, OM, CP, EE, NDF and NFC at the sugar cane silage untreated and treated with 0,8% calcium oxide were the same. The treated sugar cane silage diet with 0,4% calcium oxide presented lower OM and NDF digestibility than the CS0% and CS0,8% diets. The corn silage fed animals presented daily medium weight gain greater ($P < 0,05$) than the other treatments animals. The medium daily weight gain that received INC/CS was lower

($P < 0,05$) than the corn silage fed animals, but it was greater on 25,8% than the sugar cane diet fed animals. The sugar cane diets provided lower ($P < 0,05$) daily medium gain. Was conclude that the corn silage based diets provided better performances than those fed *in natura* sugar cane or sugar cane silage, and that the roughage change on the final third is beneficial, because raise the gain on 25,8% so can reduce the time to reach the same final weight and that the calcium oxide use reduce the dry matter loss, but the used levels wasn't efficient to change the animals intake.

Key words: sugar cane, corn silage, calcium oxide, intake, digestibility, performance.

Introdução

A silagem de milho é tradicionalmente utilizada como fonte de volumoso para bovinos em confinamento. A qualidade desta silagem confere desempenhos econômicos desejáveis, porém o custo com a alimentação direciona cada vez mais estudos para fontes alternativas de volumosos que conciliem desempenho animal com retorno econômico no setor de produção de carne bovina.

O destaque pelo baixo custo de produção por unidade de massa, o melhor valor nutritivo coincidindo com o período de escassez de forragens verdes na pastagem, a alta produção de massa e energia por unidade de área, a manutenção do valor nutritivo por longo período de tempo e a simplicidade operacional no manejo da cultura de cana-de-açúcar, representam características desejáveis que justificam a ampla utilização dessa na alimentação de ruminantes.

A cana-de-açúcar é tradicionalmente utilizada na forma *in natura* desintegrada, sendo fornecida diariamente para os animais, porém com a ampliação da escala de produção a necessidade diária de mão-de-obra torna-se grande entrave.

A adoção da ensilagem representa a possibilidade de se manter o valor nutritivo da cana-de-açúcar e permitir melhor logística para sua utilização. Entretanto, o alto teor de carboidratos solúveis na cana-de-açúcar e a grande população de leveduras epífitas, levam à fermentação alcoólica, na qual ocorre a conversão dos açúcares em CO₂, água e etanol, o que reduz o consumo pelos animais, representando a principal limitação do uso desta prática. Outro fator a se considerar são as perdas por efluentes e gases ocorridas durante o processo fermentativo que depreciam a qualidade final da silagem (Cavali et al., 2010).

O óxido de cálcio pode reduzir os constituintes da parede celular por hidrólise alcalina e 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 e após a abertura do silo (Baliero Neto et al., 2007). A busca pelo nível mais eficiente desse aditivo para proporcionar melhorias no padrão fermentativo e na composição química das silagens, tem sido de grande interesse haja vista que existem diversas controvérsias sobre a eficiência do tratamento da silagem de cana-de-açúcar com óxido de cal sobre o desempenho animal.

Em alguns sistemas de confinamento, além da ampla utilização de fontes alternativas de volumosos, estão sendo adotadas práticas que realizam a troca de forragens de acordo com o período de crescimento do animal, priorizando volumosos de melhor qualidade para a fase final de terminação. Entretanto, existem poucos estudos avaliando o desempenho dos animais com a adoção desta técnica no país.

Diante disto, objetivou-se avaliar o efeito da utilização de cal na ensilagem da cana-de-açúcar sobre a recuperação de matéria seca, contagem de leveduras e perdas gasosas. Avaliou-se também os desempenhos produtivo e nutricional de bovinos de corte confinados alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada (com ou sem a adição de óxido de cálcio) e silagem de milho.

Material e Métodos

Foram conduzidos dois experimentos no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

O experimento 1 foi realizado para avaliar o perfil fermentativo e a composição microbiológica nas silagens de cana-de-açúcar. Foram confeccionados 15 silos experimentais, sendo cinco de cada silagem de cana-de-açúcar (não tratada ou tratada com 0,4% e 0,8% de óxido de cálcio na matéria natural). A cana-de-açúcar foi desintegrada em equipamento estacionário de facas, regulado para corte com tamanho médio de partícula de 10 mm. Após este procedimento, parte do material foi tratado com 0,4% ou 0,8% de CaO na base da

matéria natural, sendo pulverizado a lanço e homogeneizado manualmente. A parte restante da cana-de-açúcar não recebeu tratamento.

Para ensilar o material, foram utilizados baldes plásticos dotados de tampa adaptada com válvula tipo *Bunsen* com capacidade de 20 litros. No fundo de cada balde foram colocados aproximadamente 4 kg de areia seca dentro de saco de algodão, para estimar a produção de efluentes. A compactação do material foi feita com os pés de modo que a densidade atingisse aproximadamente 550 kg de matéria verde/m³, para garantir condições semelhantes de porosidade às silagens. Os silos foram vedados com auxílio de uma fita adesiva e mantidos em temperatura ambiente por 41 dias. A quantificação das perdas por gases, efluentes e recuperação de matéria seca foi feita com base em avaliações gravimétricas, de acordo com a metodologia descrita por Siqueira et al. (2007). Assim, antes e após a ensilagem, foi mensurada a tara (balde + tampa + areia seca + saco), o peso dos baldes cheios e tampados. Após a abertura, amostras representativas das silagens foram coletadas para realizar as análises microbiológicas (contagem de leveduras, mofos e bactérias ácido lácticas).

A taxa de recuperação de matéria seca (RMS) foi obtida pela diferença de peso da massa de forragem no momento da ensilagem e da abertura dos silos e de seus respectivos teores de matéria seca, conforme a equação descrita abaixo:

$$RMS = (MFf \times MSf) / (MFi \times MSi) * 100$$

Em que:

RMS = taxa de recuperação de matéria seca (%);

MFi= massa de forragem no fechamento (kg);

MSi= teor de matéria seca no fechamento (%);

MFf = massa de forragem na abertura (kg);

MSf = teor de matéria seca da forragem na abertura (%).

A determinação da produção de efluentes foi realizada mediante diferença de pesagens do conjunto balde mais areia, depois e antes da ensilagem, em relação à quantidade de massa de forragem ensilada, conforme a equação :

$$E = \frac{[(PVf - Tb) - (PVi - Tb)]}{MFi} \times 100$$

Em que:

E = Produção por efluente (kg/tonelada de matéria seca);

PVi = Peso do balde vazio + peso da areia no fechamento (kg);

PVf = Peso do balde vazio + peso da areia na abertura(kg);

Tb = Tara do balde;

MFi = massa da forragem no fechamento (kg).

A determinação da perda de matéria seca decorrente da produção de gases foi calculada baseada na diferença de peso da massa de forragem seca, conforme a equação:

$$G = \frac{(PCi - PCf)}{(MFi \times MSi)} \times 1000$$

Em que:

G = Perdas por gases em (% da matéria seca);

PCi = Peso do balde cheio no fechamento (kg);

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

MFi = massa de forragem no fechamento (%);

MSi= teor de matéria seca no fechamento (%).

As análises microbiológicas foram realizadas de acordo com os procedimentos de González e Rodrigues (2003). Para isso, foram adicionados 225mL de solução de Ringer em 25 g de amostra fresca, em seguida este material foi processado em liquidificador industrial durante 1 minuto. Após este procedimento, foram pipetados 1 mL da solução e realizadas

diluições sucessivas variando de 10^{-1} a 10^{-8} , em tubos devidamente esterilizados que continham 9 mL de solução-tampão fosfato, com pH de 7,2. Após as diluições, foi realizado o plaqueamento nos meios de cultura seletivo.

Para a quantificação das bactérias do ácido lático foi utilizado o meio de cultura Ágar Rogosa SL (DIFCO, Detroit), sendo as placas incubadas a 37°C por 48 horas. Para a contagem de leveduras e mofo, foi utilizado o meio de cultura Ágar BDA, após a incubação de 5-7 dias em temperatura ambiente.

As placas consideradas passíveis de contagem foram aquelas que apresentaram valores entre 30 a 300 unidades formadoras de colônia por placa de Petri. Os resultados corresponderam à média da duplicata nas diluições selecionadas.

No experimento 2 foram utilizados 30 bovinos mestiços europeu-zebu, com predominância do cruzamento de gir com holandês, com idade entre 24 a 36 meses e peso médio inicial de $343 \pm 7,0$ kg. Os animais foram alojados em baias individuais, providas de comedouros e bebedouros, com área total de 30 m^2 , sendo 8 m^2 cobertos.

Antes de iniciar o experimento, os animais foram pesados, identificados e vermifugados. Os animais foram submetidos ao período de adaptação de 15 dias ao local de experimentação, durante esta fase os animais receberam dieta à base de silagem de milho e cana-de-açúcar *in natura* triturada com aproximadamente 50 gramas da mistura uréia e sulfato de amônio (9:1) e 1 kg de concentrado. As sobras foram pesadas diariamente para a medição do consumo.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos e cinco repetições. A duração total do experimento foi de 84 dias, divididos em três períodos de 28 dias cada.

Foram utilizadas seis dietas contendo 60% de volumoso e 40% de concentrado na base da matéria seca. As dietas foram constituídas pelos seguintes volumosos: silagem de milho

(SM); cana-de-açúcar *in natura* (CIN); CIN durante os dois períodos iniciais de alimentação (56 dias) e SM no período final de alimentação (últimos 28 dias), (CIN/SM); silagem de cana-de-açúcar sem tratamento (SC 0%); silagem de cana-de-açúcar acrescida com 0,4% de óxido de cálcio (SC 0,4%) e silagem de cana-de-açúcar acrescida com 0,8% de óxido de cálcio (SC 0,8%) com base na matéria natural. As dietas foram constituídas por 60% de volumoso e 40% de concentrado na base da matéria seca.

A cana-de-açúcar *in natura* foi triturada diariamente de segunda a sexta-feira e posteriormente foi fornecida aos animais. A cana-de-açúcar *in natura* fornecida nos finais de semana foi triturada na sexta-feira de manhã e mantida amontoada durante o final de semana, baseado na informação descrita por Menezes et al. (2011) de que o desempenho animal não é alterado, quando a cana-de-açúcar foi triturada e armazenada por três dias antes do seu fornecimento.

Para a confecção das silagens de cana-de-açúcar foi utilizada a variedade RB 867515. Para isso 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 óxido de cálcio), obtendo-se assim o peso médio da cana-de-açúcar triturada em cada carreta. A quantidade de óxido de cálcio necessária para cada carreta foi calculada e posteriormente distribuída na saída da picadeira. O material foi acondicionado em silos do tipo superfície, compactado com auxílio de um trator e coberto com lâmina de polietileno seguida de uma camada de terra de 5 cm na superfície e 20 cm na lateral.

Os volumosos foram fornecidos em sua totalidade pela manhã com metade da quantidade diária do concentrado, sendo a outra metade do concentrado fornecida pela tarde. A porcentagem de proteína das fontes de forragem foi corrigida para 11% na base da matéria seca, com a utilização da mistura de uréia/sulfato de amônio (9:1).

O concentrado contendo 13,5% de proteína bruta foi constituído por fubá de milho, farelo de soja, fosfato bicálcico, calcário, sal comum e mistura de microminerais (para os tratamentos SM, CIN, CIN/SM e SC0%), enquanto que para os tratamentos SC0,4% e SC0,8%, o calcário foi substituído por areia na mesma proporção. As dietas foram formuladas para serem isoprotéicas, contendo aproximadamente 12% de PB (Tabela 1).

Tabela 1- Proporção dos ingredientes utilizados no concentrado e nas dietas experimentais e composição do concentrado e das dietas na base da MS

Itens	Concentrado		Dieta			
	g/kg de MS					
Volumoso	-		600,0			
Milho Grão Moído	851,0		340,0			
Farelo de Soja	131,0		52,89			
Fosfato Bicálcico	7,6		3,40			
Calcário Calcítico ou Areia ¹	6,6		3,0			
Sal comum	3,2		0,4			
Premix ²	0,6		0,03			
Composição química do concentrado e das dietas (g/kg de MS)						
Itens	Conc.	Tratamento				
		SM ³	CIN ⁴	SC 0% ⁴	SC 0,4% ⁴	SC 0,8% ⁴
MS	872,40	533,25	532,09	524,31	525,12	533,31
MO	962,20	962,52	969,03	953,93	945,50	937,67
PB	137,30	120,04	121,33	121,51	122,84	121,91
EE	30,10	26,32	23,01	19,64	19,18	22,43
FDNcp	94,80	322,87	302,41	391,51	358,98	367,29
CNF	700,00	509,01	552,09	451,79	476,01	456,55
FDNi	7,12	119,26	159,71	203,62	189,85	191,19
Lignina	12,4	33,52	38,82	62,86	55,26	65,65

¹ Para as dietas contendo silagem de cana-de-açúcar de açúcar tratada com 0,4 e 0,8% de óxido de cal o calcário foi substituído por areia lavada e seca; ² Composição química do premix: 2,1g/kg de sulfato de cobalto, 167,8g/kg de sulfato de cobre, 3,59g/kg de iodato de potássio, 262,3g/kg de sulfato de manganês, 0,93g/kg de selenito de sódio, 563,3g/kg de sulfato de zinco. ³ 16,5 g de uréia + sulfato de amônio por kg de MS de volumoso consumido; ⁴ 32,0g de uréia + sulfato de amônio por kg de MS do volumoso, Conc.= concentrado; MS = matéria seca, MO = matéria orgânica, PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína, CNF = carboidratos não fibrosos, FDNi= fibra em detergente neutro indigestível, SM=silagem de milho; CIN= cana-de-açúcar *in natura*, SC0%= silagem de cana-de-açúcar não tratada, SC 0,4%= silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,4% de óxido de cálcio e SC 0,8%= silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,8% de óxido de cálcio.

Na tabela 2, está apresentada a composição química dos volumosos utilizados na elaboração das dietas.

Tabela 2- Composição dos volumosos utilizados nas dietas experimentais

Itens	SM	CIN	SC 0%	SC 0,4%	SC 0,8%
MS ¹	295,8	282,8	269,4	270,8	284,9
MO ²	955,5	972,9	946,9	934,1	918,9
PB ²	66,8	28,5	28,8	31,1	29,5
EE ²	24,2	18,9	13,1	12,3	17,9
FDNcp ²	482,9	455,4	608,8	552,8	567,1
CNF ²	381,6	470,1	296,2	337,9	304,4
FDNi ²	197,3	270,1	345,7	322,0	324,3
Lignina ²	48,4	58,3	99,7	86,6	104,5
Etanol	0,76	-	2,14	1,90	2,05
Ácido acético	2,25	-	3,03	1,18	0,92
Ácido láctico	5,69	-	2,40	3,29	3,33
Ácido propiônico	0,43	-	0,46	0,40	0,22
Ácido butírico	0,07	-	0,06	0,08	0,05
pH	3,53	-	3,51	4,20	4,21

¹g/kg de matéria natural; ²g/kg de matéria seca, MS = matéria seca, MO = matéria orgânica, PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína, CNF = carboidratos não fibrosos, FDNi= fibra em detergente neutro indigestível; SM=silagem de milho, CIN= cana-de-açúcar *in natura*, SC0%= silagem de cana-de-açúcar não tratada, SC 0,4%= silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,4% de óxido de cálcio e SC 0,8%= silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,8% de óxido de cálcio.

Os teores de etanol, de ácidos graxos voláteis (AGV) e de ácido láctico da silagem de milho e das silagens de cana-de-açúcar foram determinados em extratos aquosos das amostras destas silagens, 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 e o extrato líquido 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 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)

Durante todas as manhãs, as quantidades de concentrado, volumoso e as sobras foram pesadas. As dietas foram ajustadas para se manter as sobras entre 5 e 10 %.

As sobras e os volumosos foram amostrados diariamente e posteriormente identificados e acondicionados em sacos plásticos e mantidos congelados a -20°C. Os ingredientes que compuseram o concentrado foram amostrados diretamente dos silos da fábrica nos dias das misturas dos mesmos.

Ao final de cada semana, foram feitas amostras compostas de sobras de cada animal e dos volumosos oferecidos, para isso as amostras foram submetidas à secagem parcial em estufa de ventilação forçada (60°C) por 72 horas. Posteriormente estas amostras foram moídas a 1 e 2 mm, em moinho de facas.

O grau Brix da cana-de-açúcar *in natura* foi avaliado no 14º dia de cada período experimental. Amostras tomadas aleatoriamente de 10 plantas inteiras foram utilizadas, sendo divididas em três partes; parte distal, medial e apical. Para a extração do sulco, cada parte foi moída separadamente utilizando-se engenho movido manualmente. Para a avaliação do grau Brix, foi utilizado um refratômetro (marca ATAGO modelo N-1α), posteriormente foi realizada a média geral das partes da planta, sendo essa utilizada para o grau Brix da planta inteira. Em média foi obtido o valor de 22,5±1,0 de grau brix durante o experimento.

Um ensaio de digestibilidade foi realizado na terceira semana do último período experimental, durante dois dias consecutivos, nos quais foram coletadas às 6:00 horas no primeiro dia e às 18:00 horas do segundo dia as fezes de todos os animais. As amostras de fezes, foram devidamente identificadas, secas em estufa com ventilação forçada (60°C) por cerca de 72 horas e moídas (em peneira de 2 mm e 1 mm) em moinho tipo Willey. Posteriormente foram feitas amostras compostas de fezes por animal, que foram armazenadas em recipientes plásticos para posteriores análises laboratoriais. A fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), foi utilizada como indicador interno para a estimativa da excreção fecal. A FDNi, foi obtida após a incubação das amostras de fezes, sobras, volumosos e concentrado que foram coletadas durante a semana do ensaio de digestibilidade e moídas a 2mm, em sacos F57 (Ankom®) *in situ* por 288 horas, de acordo com o método INCT- CA F-008/1, descrito por Detmann et al. (2012).

Ao início de cada período os animais foram pesados para o acompanhamento do ganho de peso. A avaliação do desempenho produtivo foi realizada por meio de pesagens dos animais ao início e ao final do experimento, após um jejum de sólidos de 14 horas.

Ao final do experimento, somente os animais dos tratamentos sem silagem de cana-de-açúcar foram abatidos, em virtude do baixo ganho de peso dos animais alimentados com silagem de cana-de-açúcar, esses não alcançaram o peso de abate adequado. Assim, nos animais alimentados com silagem de cana-de-açúcar não foram feitas avaliações de carcaça.

Antes dos abates, os animais foram submetidos a um jejum de sólidos de 14 horas com livre acesso a água, sendo posteriormente pesados. A insensibilização dos animais foi realizada utilizando-se pistola pneumática e posteriormente foi realizada a sangria por meio da veia jugular. Tais procedimentos foram utilizados ao início do experimento, com cinco animais que foram abatidos como referência.

O trato gastrintestinal (rúmen, retículo, omaso, abomaso e intestinos delgado e grosso) foi lavado e pesado. Os pesos do coração, pulmões, fígado, baço, rins, gordura interna, carne industrial, mesentério, cauda e aparas (traquéia, esôfago e aparelho reprodutor) e trato gastrintestinal foram somados às demais partes do corpo (cabeça, carcaça, couro, pés e sangue) para a avaliação do peso de corpo vazio (PCVZ).

As carcaças foram pesadas após o abate, obtendo-se assim os pesos de carcaça quente. Após resfriamento por 24 horas em câmara frigorífica a 4°C, as carcaças foram novamente pesadas para avaliação do rendimento de carcaça fria. Posteriormente, foi medido o comprimento interno da carcaça, utilizando-se uma trena, considerando a distância máxima entre a porção anterior medial da primeira costela até o ponto médio da curvatura do osso púbis. Após este procedimento, foi retirada da meia-carcaça esquerda a seção do músculo *Longissimus dorsi*, entre a 12 e 13^{as} costelas, para realização das medidas de área de olho-de-lombo e da espessura de gordura subcutânea. A espessura de gordura subcutânea foi medida no terceiro quarto do músculo, a partir da coluna vertebral, perpendicularmente ao músculo *Longissimus dorsi*, segundo recomendações de Tullio (2004). Foi realizado corte transversal na região entre a 12 e 13^{as} costelas, e em seguida, foi retirado o decalque da peça em papel vegetal e foi realizada a medida da área de olho-de-lombo.

As amostras dos volumosos, ingredientes do concentrado, sobras e fezes foram avaliadas quanto aos teores de matéria seca (MS) segundo método INCT - CA G-003/1, matéria mineral (MM) segundo método INCT-CA M-001/1, proteína bruta (PB) segundo método INCT - CA N-001/1, fibra em detergente neutro (FDN) segundo método INCT - CA F-001/1 e correções para proteína e cinzas, respectivamente, segundo métodos INCT - CA N-004/1 e INCT - CA M-002/1, extrato etéreo (EE) segundo método INCT - CA G-004/1, e lignina segundo método INCT-CA F-005/1, conforme descritas por Detmann et al. (2012).

A quantificação dos carboidratos não fibrosos (CNF) foi realizada de acordo com Detmann & Valadares Filho (2010): $CNF = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ da uréia} + \% \text{ de uréia}) + \%FDNcp + \%EE + \%MM]$ em que: FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

As variáveis foram submetidas à análise de variância segundo o delineamento inteiramente casualizado, constituído por três tratamentos representados por níveis de inclusão de óxido de cálcio (0; 0,4 e 0,8%) no material ensilado, com 5 repetições cada, totalizando 15 silos experimentais. O procedimento utilizado foi o PROC MIXED do SAS (versão 9.1), segundo o modelo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Onde:

μ = constante geral ou média geral;

T = efeito do nível de óxido de cálcio i na repetição j ;

ε_{ij} = erro aleatório não observável, pressuposto com distribuição normal.

Após a avaliação do efeito principal dos níveis de óxido de cálcio na cana-de-açúcar ensilada, os efeitos lineares, quadrático e cúbico das variáveis respostas mensuradas foram avaliadas através do PROC GLM do SAS (versão 9.1), considerando a variável tratamento com óxido de cálcio como uma variável contínua, segundo o modelo: $Y = T + T*T + T*T*T + \varepsilon_{ij}$, em que Y = variável resposta, T = variável contínua para níveis de óxido de cálcio e ε_{ij} = erro aleatório não observável.

Depois de determinado o comportamento das variáveis resposta em função dos níveis de inclusão de óxido de cálcio, os respectivos modelos lineares, quadráticos e cúbicos foram obtidos através do PROC REG do SAS (versão 9.1).

Os dados relativos ao consumo, digestibilidade e desempenho foram analisados, utilizando o procedimento MIXED do SAS (versão 9.1). As médias foram comparadas

utilizando-se o teste de Tukey. Adotou-se 0,05 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I.

Os dados referentes aos ganhos de peso de corpo vazio e de carcaça e às características de carcaça foram analisados, considerando um delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e cinco repetições.

Resultados e Discussão

A recuperação da matéria seca nas silagens de cana-de-açúcar apresentou comportamento quadrático, sendo a recuperação máxima de 94,02% estimada nas silagens tratadas com 0,81% de óxido de cálcio (Tabela 3). Portanto, houve maior recuperação da matéria seca com o aumento dos níveis de cal. Cavali et al. (2010) explicaram que a capacidade de retenção de água pela cal, resulta em menores perdas de matéria seca, devido à menor produção de efluentes com a adição de níveis crescentes de cal. Uma das consequências das perdas de matéria seca é a elevação proporcional dos constituintes fibrosos e conseqüente redução na digestibilidade *in vitro* da matéria seca da silagem (Siqueira, 2009).

A produção por efluentes apresentou comportamento quadrático, sendo o valor mínimo de 2,54 kg/t MV obtido em silagens tratadas com 0,67% de óxido de cálcio.

A perda por gases apresentou comportamento linear decrescente de acordo com o aumento do nível de óxido de cálcio. No processo de ensilagem, a intensa fermentação alcoólica resulta na conversão dos açúcares em CO₂, água e etanol, assim a produção de gases oriunda deste processo, está relacionada com a redução do valor nutritivo das silagens. A utilização do óxido de cálcio proporcionou melhorias no padrão fermentativo das silagens, visto que o uso deste aditivo reduziu as perdas por gases e aumentou a recuperação da matéria seca.

Tabela 3 -Perdas fermentativas, contagem de microrganismos, parâmetros das equações de regressão, ponto crítico e respostas esperadas para as diferentes silagens de cana-de-açúcar

Itens	Tratamento			Valor-P	EPM
	SC 0%	SC 0,4%	SC 0,8%		
RMS ¹	83,41	91,30	94,02	<0,0001	0,47
Produção efluentes ²	27,08	6,56	3,37	0,0005	1,89
Perdas gases ³	7,17	4,89	3,99	<0,0001	0,18
Leveduras ⁴	5,17	3,32	5,20	0,0010	0,17
Mofo ⁴	3,30	3,00	3,64	0,0784	0,10
BAL ⁴	6,70	5,38	7,54	0,1080	0,41

	Intercepto	Linear	Quadrática	P-valor	R ²	Ponto crítico	Resposta Esperada
RMS	83,41	26,18	-16,15	<0,0001	0,8826	0,81	94,02
Produção efluentes	27,08	-72,96	54,15	0,0005	0,7188	0,67	2,54
Perdas gases	7,17	-7,43	ns	<0,0001	0,8105	-	-
Leveduras	5,17	-9,29	11,68	0,0010	0,6812	0,39	3,32
Mofo	3,30	ns	ns	0,0784	-	-	-
BAL	6,70	ns	ns	0,1080	-	-	-

¹ %; ² kg/t MV; ³ % da MS e ⁴ log ufc/g de matéria natural, RMS= Recuperação da matéria seca; BAL= bactérias ácido lácticas, SC0%= silagem de cana-de-açúcar não tratada, SC 0,4%= silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,4% de óxido de cálcio e SC 0,8%= silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,8% de óxido de cálcio.

A população de leveduras nos silos experimentais apresentou comportamento quadrático, sendo a menor população de 3,32 ufc/g de forragem fresca estimada no tratamento de 0,39% de óxido de cálcio. Alguns estudos mostram que a utilização do óxido de cálcio na ensilagem da cana-de-açúcar permite controlar a população de leveduras, em consequência de alterações no pH e na pressão osmótica do ambiente (Amaral et al., 2009; Balieiro Neto et al., 2007; Siqueira, 2009). Portanto, o nível de 0,39% de óxido de cálcio na matéria natural da cana-de-açúcar, mostrou-se mais eficiente para controlar a população de leveduras e provavelmente a produção de etanol resultante da fermentação alcoólica.

Avaliando os consumos de MS expressos em relação ao peso corporal (Tabela 4), observa-se que os mesmos foram menores (P<0,05) para as dietas contendo silagens de cana-de-açúcar, que o consumo de FDNcp foi maior (P<0,05) para a dieta contendo silagem de milho e que os consumos de FDNi não variaram (P>0,05) entre as dietas. A ausência de

efeito de dietas para o consumo de FDNi confirma a hipótese de que a ingestão de FDNi limita o consumo de MS. Comparando os consumos de MS (% PV) das dietas contendo silagem de milho e cana-de-açúcar *in natura*, observa-se que o mesmo foi aproximadamente 15% superior para a dieta contendo silagem de milho.

Tabela 4- Médias obtidas para os consumos dos constituintes da dieta de bovinos mestiços alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada e silagem de milho

Itens	Tratamento						Valor- P	EPM
	SM	CIN	CIN/ SM	SC 0%	SC 0,4%	SC 0,8%		
	Consumos (kg/dia)							
MS	8,58 a	6,50 b	7,09 b	4,44 c	4,80 c	4,16 c	<0,0001	0,18
MO	8,23 a	6,31 b	6,84 b	4,26 c	4,59 c	3,92 c	<0,0001	0,17
PB	1,09 a	0,87 bc	1,01b	0,60 c	0,65 c	0,57 c	<0,0001	0,06
EE	0,22 a	0,14 b	0,16 b	0,09 c	0,09 c	0,09 c	<0,0001	0,004
FDNcp	2,78 a	1,87 b	2,12 ab	1,42 c	1,66 c	1,47 c	<0,0001	0,02
CNF	4,35 a	3,64 b	3,77 ab	2,29 c	2,34 c	1,93 c	<0,0001	0,09
NDT (kg)	6,72 a	5,74 a	6,61 a	3,32 b	3,55 b	3,07 b	<0,0001	0,14
FDNi	1,15 a	1,09 a	1,19 a	0,75 b	0,93 ab	0,75 b	0,0048	0,03
	Consumos (g/kg de peso corporal)							
MS	19,83 a	16,85 a	17,18 a	12,72 b	13,43 b	12,08 b	<0,0001	0,03
FDNcp	6,28 a	4,84 b	5,13 b	4,19 b	4,66 b	4,26 b	0,0022	0,01
FDNi	2,61	2,83	2,90	2,14	2,61	2,18	0,0961	0,0009

MS = matéria seca, MO = matéria orgânica, PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína, CNF = carboidratos não fibrosos, FDNi= fibra em detergente neutro indigestível; SM=silagem de milho; CIN= cana-de-açúcar *in natura*; CIN/SM= cana-de-açúcar *in natura* durante os dois períodos iniciais de alimentação (56 dias) e silagem de milho no período final de alimentação (últimos 28 dias); SC0%= silagem de cana-de-açúcar não tratada; SC 0,4%= silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,4% de óxido de cálcio e SC 0,8%= silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,8% de óxido de cálcio.

Observou-se superioridade ($P<0,05$) nos consumos (kg/dia) de MS, MO, PB e EE de animais alimentados com dietas à base de silagem de milho em relação às demais dietas. O maior consumo de MS da dieta à base de silagem de milho pode ser justificado pela digestibilidade aparente da FDNcp (Tabela 5) e pela maior taxa de digestão da fração fibrosa potencialmente digestível desta dieta, proporcionando menor tempo de retenção da digesta no trato gastrointestinal com maiores taxas de passagem e consequente aumento no consumo.

Diversos estudos demonstram maiores consumos de matéria seca em dietas à base de silagem de milho em relação às dietas à base de cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada (Carvalho, 2008; Magalhães et al., 2011; Menezes et al., 2011; Moraes, 2010).

Em dietas em que houve a troca de volumoso (CIN/SM), os consumos de MS, MO, PB, EE, FDNcp, CNF, NDT e FDNi foram similares ($P > 0,05$) em relação à dieta com cana-de-açúcar *in natura*.

Observaram-se menores ($P < 0,05$) consumos de MS, MO, EE, FDNcp, CNF e NDT em dietas com silagem de cana-de-açúcar em relação às dietas de silagem de milho e cana-de-açúcar (CIN e CIN/SM), sendo a variação no consumo dos diferentes componentes frequentemente associada às variações no CMS. O menor consumo de MS em dietas com silagem de cana-de-açúcar, pode ser explicado pelo maior teor de lignina (Tabela 1) nas silagens de cana-de-açúcar em comparação às demais dietas. Segundo Moraes (2010), a lignina faz parte da fração indigestível, logo quanto maior o seu teor em determinado alimento, mais lenta será a degradação de sua fibra e conseqüentemente o esvaziamento ruminal, aumentando assim a sensação de enchimento físico pelo animal, fazendo com que ele diminua sua ingestão de matéria seca e de todos nutrientes.

O teor de etanol nas silagens está diretamente correlacionado com as perdas de carboidratos resultante da ação das leveduras sobre o material ensilado, tal fato pode estar relacionado à redução do consumo observado para as silagens de cana-de-açúcar. O teor de etanol nas silagens de milho (SM), silagens de cana-de-açúcar não tratada (SC 0%), tratada com 0,4% de óxido de cal (SC 0,4%) e tratada com 0,8% de óxido de cal (SC 0,8%) foi de 0,76; 2,14; 1,90 e 2,05% na matéria natural, respectivamente (Tabela 2). Ao comparar as silagens de cana-de-açúcar, observa-se que o nível 0,4% de óxido de cálcio proporcionou maior controle na produção de etanol, isto é condizente com a menor população de leveduras (Tabela 3) observada nos silos experimentais no nível de 0,39% deste aditivo. Assim, a

maior produção de etanol em silagens de cana-de-açúcar em relação à silagem de milho, resultante da fermentação alcoólica, comprometeu o valor nutritivo e possivelmente contribuiu para a redução no consumo dos animais.

Houve efeito ($P < 0,05$) dos tratamentos sobre o consumo de MO, sendo que dietas com silagem de cana-de-açúcar proporcionaram menores ($P < 0,05$) consumos de MO em relação às demais dietas. O menor consumo de MO em dietas de silagens de cana-de-açúcar pode ser justificado pelo menor consumo de MS. Além disto, observa-se que as silagens de cana-de-açúcar tratadas com óxido de cálcio apresentam maiores teores de cinzas devido ao tratamento com o óxido de cálcio e conseqüentemente menores teores de matéria orgânica (Tabela 1). Ao avaliarem o efeito do tratamento alcalino da cana-de-açúcar com cal virgem ou cal hidratada sobre a composição química destes volumosos, Motta et al. (2010) observaram que os teores de cinzas diferiram entre as formas de processamento da cana-de-açúcar de modo que, a cana-de-açúcar *in natura* apresentou o menor valor (2,04%) para essa variável. A cana-de-açúcar hidrolisada com 0,5% de cal virgem ou cal hidratada apresentou, respectivamente, médias de 4,09 e 3,32%.

Não houve diferença no consumo de NDT entre dietas com silagem de milho e cana-de-açúcar (CIN e CIN/SM). Contudo, houve redução de 14,6% na quantidade de NDT ingerida na dieta contendo CIN em relação à dieta contendo silagem de milho. A similaridade no consumo de energia entre dietas com silagem de milho e cana-de-açúcar pode ser atribuída ao alto teor de carboidratos solúveis presente na cana-de-açúcar. Segundo Landell et al. (2002), a fração de açúcares solúveis da cana-de-açúcar contribui com a maior parte de energia que o animal obtém deste alimento.

A utilização do óxido de cálcio nas silagens de cana-de-açúcar tem por objetivo melhorar o padrão de fermentação da silagem. Neste experimento, o tratamento da silagem com este aditivo não foi eficiente em alterar o consumo dos animais. Alguns trabalhos

mostram a ausência de respostas do uso deste aditivo em silagens de cana-de-açúcar sobre o consumo de alimentos (Carvalho, 2008; Menezes et al., 2011). Contudo, deve-se ressaltar que as perdas de matéria seca são reduzidas com a utilização de óxido de cálcio.

Os coeficientes de digestibilidade aparente total e o teor de NDT nas dietas estão demonstrados na Tabela 5. As dietas contendo silagem de milho apresentaram menores ($P<0,05$) coeficientes de digestibilidade para MS, MO e CNF em comparação às dietas com cana-de-açúcar *in natura*. Provavelmente, o maior tempo de retenção da dieta com cana-de-açúcar *in natura* no rúmen proporcionou melhorias na digestão da MS e MO.

Tabela 5- Médias obtidas para os coeficientes de digestibilidade aparente (%) dos constituintes das dietas e teor de NDT de bovinos mestiços alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada e silagem de milho

Itens	Tratamento						Valor-P	EPM
	SM	CIN	CIN/ SM	SC 0%	SC 0,4%	SC 0,8%		
MS	67,48 b	71,74 a	64,97 b	71,64 a	66,28 b	68,16 ab	0,0029	0,51
MO	69,32 b	72,82 a	66,58 b	74,83 a	69,41b	73,11 a	0,0006	0,48
PB	64,60 b	69,09 ab	64,86 b	75,10 a	70,34 ab	74,86 a	0,0171	0,99
EE	76,66	83,93	82,99	80,42	72,28	85,79	0,1632	1,56
FDNcp	45,98 b	36,24 c	36,91 c	63,44 a	45,47 b	61,55 a	<0,0001	1,01
CNF	85,42 bc	92,56 a	85,14 bc	85,75 bc	87,47 b	83,55 c	0,0015	0,54
NDT	71,32 bc	76,25 a	69,42 c	77,18 a	71,28 bc	73,7 ab	0,0012	0,51

MS = matéria seca, MO = matéria orgânica, PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína, CNF = carboidratos não fibrosos, FDNi= fibra em detergente neutro indigestível, SM=silagem de milho, CIN= cana-de-açúcar *in natura*, CIN/SM= cana-de-açúcar *in natura* durante os dois períodos iniciais de alimentação (56 dias) e silagem de milho no período final de alimentação (últimos 28 dias), SC0%= silagem de cana-de-açúcar não tratada, SC 0,4%= silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,4% de óxido de cálcio e SC 0,8%= silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,8% de óxido de cálcio.

A digestibilidade aparente da FDNcp em dietas à base de cana-de-açúcar *in natura* foi menor em relação à silagem de milho, provavelmente ocorreu um efeito negativo da lignina sobre a digestibilidade da FDN. De acordo com Jung & Allen (1995), a lignina constitui elemento chave que limita a digestibilidade da FDN, mas a ligação cruzada entre lignina, os polissacarídeos da parede celular e o ácido ferrúlico são pré-requisitos para a ocorrência deste efeito.

As dietas com cana-de-açúcar *in natura* e CIN/SM apresentaram digestibilidade aparente da PB e FDNcp similares.

As digestibilidade da MS, MO, PB, EE, FDNcp e CNF nas silagens de cana-de-açúcar não tratadas e tratadas com 0,8% de óxido de cálcio foram similares. A dieta com silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,4% de óxido de cálcio apresentou menor digestibilidade da MO e FDNcp em relação à dieta de SC0% e SC0,8%. Esperar-se-iam melhorias nos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes das silagens de cana-de-açúcar tratada, uma vez que a utilização de aditivos alcalinos no tratamento de silagens pode alterar a estrutura da parede celular por meio da hidrólise alcalina, favorecendo a digestibilidade do alimento. Assim, pode-se inferir que os níveis adotados nesta pesquisa não foram eficientes para melhorar o coeficiente de digestibilidade das silagens de cana-de-açúcar.

Chizzotti et al. (2011) avaliaram o efeito da utilização do óxido de cálcio (0; 0,5; 1 e 1,5%) em silagem de cana-de-açúcar e observaram maior consumo de NDT no nível de 0,5% deste aditivo. Também foi observado efeito linear positivo da utilização do óxido de cálcio sobre as digestibilidades aparentes da MS, MO, PB, FDN e teor de NDT em silagens de cana-de-açúcar.

Os animais alimentados com silagem de milho apresentaram ganho médio diário superior ($P < 0,05$) aos animais dos demais tratamentos (Tabela 6). Isto se deve ao maior consumo de MS da silagem de milho, sendo esse 33,7% superior em relação às demais dietas e ao maior consumo de NDT em relação à silagem de cana-de-açúcar. Chizzotti et al. (2009) avaliaram o desempenho de bovinos alimentados com silagem de cana-de-açúcar tratadas com diferentes níveis de óxido de cálcio (0; 0,5; 1 e 1,5%) e silagem de milho e observaram que a silagem de milho proporcionou ganho médio diário superior (1,34kg) em relação às silagens de cana-de-açúcar (0,89; 1,13; 0,89; 0,71 kg, respectivamente).

Tabela 6- Desempenho de bovinos mestiços alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada e silagem de milho

Itens	Tratamento						Valor-P	EPM
	SM	CIN	CIN/ SM	SC 0%	SC 0,4%	SC 0,8%		
PVi (kg)	306,85	285,18	288,53	282,84	280,25	281,25	0,8229	7,3961
PVf (kg)	520 a	439 bc	472 ab	360,40 d	380,80 cd	362,70 d	<0,0001	8,9814
GMD (kg)	1,86a	1,20 c	1,51 b	0,26 d	0,54 d	0,31 d	<0,0001	0,0422

PVi= peso vivo inicial, PVf= peso vivo final, GMD= ganho médio diário, SM=silagem de milho, CIN= cana-de-açúcar *in natura*, CIN/SM= cana-de-açúcar *in natura* durante os dois períodos iniciais de alimentação (56 dias) e silagem de milho no período final de alimentação (últimos 28 dias), SC0%= silagem de cana-de-açúcar não tratada, SC 0,4%= silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,4% de óxido de cálcio e SC 0,8%= silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,8% de óxido de cálcio.

O ganho médio diário dos animais que receberam a cana-de-açúcar *in natura* nos períodos iniciais do confinamento e silagem de milho no período final da alimentação (CIN/SM) foi inferior ao dos animais que receberam a silagem de milho, mas foi superior ($P < 0,05$) em 25,8% aos que receberam dieta contendo cana-de-açúcar *in natura* durante todo o experimento. Dessa forma, embora o ganho tenha sido inferior em relação às dietas com silagem de milho, a troca de cana-de-açúcar por silagem de milho é benéfica pois aumenta o ganho em 25,8% em relação às dietas com cana-de-açúcar *in natura* e assim pode reduzir o tempo para se alcançar o mesmo peso final.

Contrariamente ao aqui observado, Roman et al. (2011), avaliando a utilização de silagem de cana-de-açúcar na metade inicial e a sua substituição total por silagem de milho na metade final do confinamento no desempenho animal, não verificaram diferenças no ganho e peso final destes animais em relação aos animais alimentados com silagem de milho. Portanto, devido à carência de resultados, há necessidade de mais estudos direcionados ao desempenho dos animais e a viabilidade econômica com a aplicação desta técnica.

Os menores consumos obtidos em dietas de silagem de cana-de-açúcar resultaram em menores desempenhos dos animais em relação às demais dietas. Os animais alimentados com silagem de cana-de-açúcar não tratada, tratada com 0,4% e 0,8% de óxido de cálcio, apresentaram ganho médio diário de 0,26; 0,54 e 0,31kg/dia. Magalhães et al. (2011)

avaliaram o desempenho de animais tratados com dietas de silagem de milho, silagem de cana-de-açúcar não tratada e tratada com óxido de cálcio e encontraram ganhos médios diários de 1,48; 0,95 e 0,92 kg/dia, respectivamente.

O ganho de peso de corpo vazio foi influenciado ($P < 0,05$) pelos tratamentos, sendo que os animais alimentados com silagem de milho apresentaram maior GPCVZ do que aqueles alimentados com dietas de cana-de-açúcar *in natura*. Embora sem diferença ($P > 0,05$), a troca de volumoso no período final do confinamento aumentou em 18,2% o GPCVZ (Tabela 7).

O peso corporal médio e o ganho médio diário dos bovinos nos tratamentos de SM; CIN; CIN/SM; SC0%; SC0,4% e SC0,8% foram de 413,42; 362,09; 380,26; 321,62; 330,52 e 321,972 kg e 1,86; 1,20; 1,51; 0,26; 0,54 e 0,31 kg/dia respectivamente. De acordo com o BR Corte (Valadares Filho et al., 2010), os consumos de matéria seca estimados em bovinos cruzados não castrados com os mesmos ganhos médios deste experimento seriam de 9,11; 8,14; 8,66; 5,18; 6,26 e 5,37 kg/dia. Os consumos de matéria seca observados neste experimento foram de 8,58; 6,50; 7,09; 4,44; 4,80 e 4,16 kg/dia. A dieta de silagem de milho apresentou o consumo observado (8,56) aproximadamente 6,42% inferior do consumo estimado (9,11). Em dietas em que houve a troca de volumoso, o valor estimado (8,66) foi superior ao valor observado (7,09). A média dos valores estimados para dietas à base de cana-de-açúcar *in natura* ou cana-de-açúcar ensilada (6,23) foi aproximadamente 25,35% superior em relação à média dos valores observados (4,97).

Os consumos de proteína bruta para bovinos cruzados não castrados com ganho médio similar aos desse experimento estimados por Valadares Filho et al. (2010) são de 1,53; 1,09; 1,28; 0,59; 0,74 e 0,62 kg/dia nos tratamentos de SM; CIN; CIN/SM; SC 0%; SC 0,4% e SC 0,8% respectivamente. Os valores de consumo de proteína bruta observados no experimento foram de 1,09; 0,87; 1,01; 0,60; 0,65 e 0,57 kg/dia. Os valores estimados para

silagem de milho (1,53 kg) foram aproximadamente 40,36% superiores aos observados (1,09 kg) no experimento. Os valores de consumo de proteína bruta estimados para silagem de cana-de-açúcar foram bem próximos aos observados no experimento.

As exigências de NDT estimadas pelo Br Corte (Valadares Filho et al., 2010) para bovinos nas condições de peso corporal deste experimento que foram citadas acima são de 7,58; 5,38; 6,32; 2,97; 3,61 e 3,07 kg/dia respectivamente. Os consumos de NDT observados neste experimento foram de 6,72; 5,74; 6,61; 3,32; 3,55 e 3,07 kg/dia. O consumo de NDT estimado na dieta com silagem de milho (7,58 kg) foi superior ao observado no experimento (6,72 kg), enquanto que para as dietas à base de cana-de-açúcar *in natura* e onde houve a troca de volumoso (CIN/SM), os consumos observados foram muito próximos dos estimados (5,38 kg versus 5,74 kg e 6,32 kg versus 6,61 kg, respectivamente). Tomando as médias das dietas à base de silagem de cana-de-açúcar, observa-se que os consumos estimados (3,21 kg) foram bem próximos aos consumos observados (3,31 kg).

A área do músculo *Longissimus dorsi*, também chamada área de olho-de-lombo não foi influenciada ($P>0,05$) pela utilização de diferentes volumosos nas dietas (Tabela 7).

Não houve efeito ($P>0,05$) das dietas sobre o comprimento das carcaças. A espessura de gordura obtida com dietas de SM, cana-de-açúcar *in natura* e CIN/ SM foi de 6,03; 3,29 e 3,41. Os tratamentos não influenciaram ($P>0,05$) esta característica de carcaça (Tabela 7). Tais valores obtidos estão dentro do limite estabelecido pelos frigoríficos, de 3 a 6 mm. Abaixo de 3 mm ocorre o escurecimento da parte externa dos músculos que recobrem a carcaça, depreciando o seu valor comercial, aumenta a quebra ao resfriamento, em função da maior perda de água, e pode ocorrer o encurtamento das fibras musculares pelo frio, prejudicando a maciez da carne (Lawrie, 1981). Por outro lado, cobertura de gordura superior a 6 mm representa “toilette” (recorte com eliminação do excesso de gordura de cobertura) antes da pesagem da carcaça, o que acarreta maior custo operacional para o frigorífico e perda

de peso da carcaça para o produtor, quando o animal é comercializado a rendimento (Costa et al., 2002).

Tabela 7– Características de carcaça de bovinos mestiços alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar-de-açúcar *in natura* ou ensilada e silagem de milho

Itens	Tratamento			Valor-P	EPM
	SM	CIN	CIN/ SM		
PCVZ final.	462,97	387,37	408,84	0,0921	13,14
GPCZ(kg/dia)	1,85 a	1,21 b	1,43 b	0,0008	0,05
GC	101,92	64,26	76,12	0,1012	6,65
GCD	1,21	0,76	0,90	0,1012	0,07
AOL (cm ²)	81,78	80,29	70,65	0,2256	2,68
Com.Carcaça (m)	132,60	125,20	129,80	0,0888	1,24
EG (mm)	6,03	3,29	3,41	0,2049	0,59
RCF	62,63	61,79	61,78	0,6177	1,30
RCQ	63,93	63,43	62,93	0,9590	1,40

PCVZ final= peso de corpo vazio final, GPCVZ= ganho de peso de corpo vazio, GC= ganho corporal, GCD= ganho corporal diário, AOL= área de olho de lombo, Com.Carcaça= comprimento de carcaça, EG=espessura de gordura, RCF= rendimento de carcaça fria, RCQ=rendimento de carcaça quente, SM=silagem de milho, CIN= cana-de-açúcar *in natura*, CIN/SM= cana-de-açúcar *in natura* durante os dois períodos iniciais de alimentação (56 dias) e silagem de milho no período final de alimentação (últimos 28 dias), SC0%= silagem de cana-de-açúcar não tratada, SC 0,4%= silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,4% de óxido de cálcio e SC 0,8%= silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,8% de óxido de cálcio.

Existe tendência de aumentar o rendimento de carcaça em animais de maior peso, em consequência de maior deposição de gordura na carcaça (Restle et al.,1997). Assim, apesar de se esperar um menor rendimento de carcaça em dietas à base de cana-de-açúcar, os efeitos positivos da dieta com silagem de milho no ganho de peso não influenciaram ($P>0,05$) os rendimentos de carcaça fria ou quente destes animais em comparação às dietas com cana-de-açúcar.

Conclusões

A dieta à base de silagem de milho proporcionou melhor desempenho dos animais em relação às dietas à base de cana-de-açúcar *in natura* ou ensiladas. Os animais alimentados com cana-de-açúcar *in natura* apresentam desempenhos superiores àqueles alimentados com silagem de cana-de-açúcar. O uso do óxido de cálcio em silagens de cana-de-açúcar não

proporciona melhorias no consumo e desempenho dos animais, embora reduza as perdas de matéria seca. A troca de cana-de-açúcar *in natura* por silagem de milho no terço final do confinamento pode ser alternativa para reduzir o tempo de confinamento, pois representa aumento de aproximadamente 25,8% no ganho médio diário.

Referências Bibliográficas

- ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.1598-1624, 2000.
- AMARAL, R.C.; PIRES, A.V.; SUSIN, I. et al. Cana-de-açúcar ensilada com ou sem aditivos químicos: fermentação e composição química. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1413- 1421, 2009.
- BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A. et al. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1231-1239, 2007.
- CARVALHO, G. G. P. **Cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio em dietas para ovinos, caprinos, novilhas e vacas em lactação**. Tese (Doutorado em Zootecnia)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. p.279, 2008.
- CAVALI, J.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Bromatological and microbiological characteristics of sugarcane silages treated with calcium oxide. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1398-1408, 2010 .
- 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. **Journal of Animal Science**, v. 87, p.303-303, 2009.
- CHIZZOTTI, F.H.M.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Intake and digestibility in steers fed sugarcane ensiled with different levels of calcium oxide.. In: ADSA-CSAS-ASAS Joint Annual Meeting. **Journal of Animal Science**, v.89, p,171-171, 2011.

- COSTA, E. C.; RESTLE, J.; PASCOAL, L. L. et al. Desempenho de novilhos red angus superprecoce, confinados e abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.129-138, 2002.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, p.980-984, 2010.
- DETMANN, E.; SOUZA, M.A. ; VALADARES FILHO, S.C .et al. **Métodos para Análise de Alimentos** - INCT - Ciência Animal. 1. ed. Visconde do Rio Branco: Suprema.p.214, 2012.
- GONZÁLEZ, G.; RODRÍGUEZ, A. A. Effect of storage method on fermentation characteristics, aerobic stability and forage intake of tropical grasses ensiled in round bales. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.926-933, 2003.
- JUNG, H. G.; ALLEN, M. S. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2774, 1995.
- KUNG, L.Jr. **Pretaration of silage water extracts for chemical analyses: Standard operating procedurs** – 0016.03.96. Worrilow: University of Delaware, Ruminat Nutrition Lab, p.309, 1996.
- LANDELL, M.G.A.; CAMPANA, M.P.; RODRIGUES, A.A. et al. A variedade IAC86-240 como nova opção de cana-de-açúcar para fins forrageiros: manejo de produção e uso na alimentação animal. **Boletim técnico IAC** 193. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas. 36p, 2002.
- LAWRIE, R. **Developments in meat science**. London: Elsevier Applied Science, v.5, 1981.
- MAGALHÃES, F. A.; VALADARES FILHO, S.C.; MENEZES, G.C.C. et al. Desempenho de bovinos de corte confinados recebendo dietas à base de cana-de-açúcar ensilada com

- baixo e alto grau Brix, com ou sem óxido de cálcio e silagem de milho. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 48, 2011, Belém do Pará. **Anais...** Belém do Pará: Sociedade Brasileira de Zootecnia. 2011. CD-ROM.
- MENEZES, G.C.C .; VALADARES FILHO, S.C .; MAGALHÃES, F.A. et al. Intake and performance of confined bovine fed fresh or ensilaged sugar cane based diets and corn silage. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1095-1103, 2011.
- MOTA, D.A.; OLIVEIRA, M.D.S.; DOMINGUES, F.N .et al. Hidrólise da cana-de-açúcar com cal virgem ou cal hidratada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1186-1190, 2010.
- MORAES, K.A.K. **Cana-de-açúcar in natura ou ensilada e silagem de milho em dietas para novilhas de corte**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. p. 67, 2010.
- PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F. et al. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agricola**, v.62, p.427-432, 2005.
- PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F. et al. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agricola**, v.62, p.427-432, 2005.
- RESTLE, J.; KEPLIN, L.A.S.; VAZ, F.N. et al. Desempenho em confinamento de novilhos Charolês abatidos com diferentes pesos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, p.857-860, 1997.
- ROMAN, J.; JOBIM, C.C.; RESENDE, F.D . et al. Performance of finishing beef cattle fed different diets containing whole-crop maize silage or sugarcane silage. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.682-689, 2011.
- SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P. et al. Perdas de silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.2000-2009, 2007.

SIQUEIRA, G. R. **Aditivos na silagem de cana-de-açúcar *in natura* ou queimada.** Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP. p.121, 2009.

TULLIO, R. R. **Estratégias de manejo para a produção intensiva de bovinos visando à qualidade da carne.** Tese (Doutorado em Zootecnia) -Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP. p.106, 2004.

VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L. et al. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados BR-CORTE.** 2.ed. Viçosa: DZO - UFV, 2010. 193p.

Capítulo 2

Produção de metano entérico, digestão ruminal obtida com amostras de digesta omasal e reticular e taxas de digestão em bovinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada e silagem de milho

Resumo: Objetivou-se avaliar o consumo, as digestibilidades ruminais e intestinais obtidas com amostras de digesta coletadas no retículo e no omaso, as taxas de passagem e de digestão e a produção de metano entérico em bovinos alimentados com dietas contendo silagem de milho (SM) e cana-de-açúcar *in natura* (CIN) ou ensilada. Foram utilizados cinco bovinos mestiços fistulados no rúmen, com idade entre 24 a 36 meses e peso vivo médio inicial de $336 \pm 16,6$ kg, distribuídos em quadrado latino 5x5, sendo os cinco tratamentos compostos de dietas com 60% dos seguintes volumosos na base da matéria seca: silagem de milho (SM); cana-de-açúcar *in natura* (CIN); silagem de cana-de-açúcar não tratada (SC 0%); silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,4% de óxido de cálcio (SC 0,4%) e silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,8% de óxido de cálcio (SC 0,8%) na base da matéria natural. A porcentagem de proteína dos volumosos foi corrigida para 11% na base da matéria seca, com a utilização da mistura de uréia/sulfato de amônio (9:1). Para avaliar as digestibilidades, foram realizadas seis coletas de fezes e das digestas reticular e omasal, com intervalos de 12 horas, durante três dias consecutivos, utilizando-se para estimar os fluxos dos constituintes nas digestas de omaso e de retículo, o sistema de dois indicadores: a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) para a fase sólida e o Co-EDTA para a fase líquida e para estimar a produção fecal, a FDNi. Para medir as taxas de digestão foram feitos dois esvaziamentos do rúmen, sendo um 4h após o fornecimento das dietas pela manhã e outro antes do fornecimento das dietas. A produção de metano foi estimada pela técnica do gás traçador hexafluoreto de enxofre, durante cinco dias consecutivos. Os dados foram analisados, utilizando-se o procedimento PROC MIXED do SAS. As digestas reticular e omasal apresentaram similaridade ($P > 0,05$) para estimar as digestibilidades ruminais da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDNcp) e carboidratos não-fibrosos (CNF). Contudo, a digestibilidade ruminal do extrato etéreo (EE) e as digestibilidades intestinais da PB e do EE diferiram ($P < 0,05$) entre os locais de coleta. A dieta com silagem de milho apresentou a maior ($P < 0,05$) taxa de ingestão da MS e de passagem da MS e da FDNcp e proporcionou maiores consumos. As taxas de ingestão e passagem da MS e da FDNcp foram similares nas dietas de SC 0% e SC 0,4%. A dieta de SC 0,8% apresentou taxa de ingestão e passagem da MS e FDNcp menor em relação à SC 0,4%. As maiores

($P < 0,05$) produções totais diárias de metano foram observadas nas dietas à base de silagem de milho e cana-de-açúcar *in natura* em relação às dietas contendo silagens de cana-de-açúcar, mas quando expressa por unidade de produto animal, foi menor ($P < 0,05$) em dietas de silagem de milho e cana-de-açúcar *in natura* em comparação às dietas à base de silagem de cana-de-açúcar. Conclui-se que dietas de melhor qualidade apresentam menores produções de metano por unidade de produto animal e maiores taxas de digestão e de passagem. Além disso, observa-se que a coleta de digesta no omaso apresenta melhor consistência em relação à coleta de digesta reticular.

Palavras-chave: metano entérico, hexafluoreto de enxofre, digesta omasal, digesta reticular, taxa de passagem, eficiência.

Enteric methane production, ruminal digestion obtained with samples reticular and omasal digesta and digestion of rates in cattle fed diets containing sugar cane *in natura* or ensiled and corn silage

ABSTRACT: It was evaluated the intake, the ruminal and intestinal digestibility obtained with diets samples collected in reticulum or omasum, and the rates of passage, digestibility and enteric methane production on diets containing corn silage (CS) and *in natura* sugar cane (INC) or ensilage. Five crossbred cattle were used, fistulated in the rumen and with 24 to 36 months, weighting $336 \pm 16,6$ kg, distributed on 5x5 Latin square design, being the five treatments compound on 60% diets on the follow roughage in the DM basis :corn silage (CS); *in natura* sugar cane (INC); untreated sugar cane silage (CS 0%); 0,4% calcium oxide treated sugar cane silage (CS 0,4%); 0,8% calcium oxide treated sugar cane silage (CS 0,8%) natural matter based. To evaluate the digestibility, were made six sampling feces, reticular and omasal digestas with intervals of twelve hours, using to estimate the constituents outflow in reticular and omasal digestas, the two marker systems (iNDF, to solid phase and Co-EDTA to the liquid phase), being the fecal production estimated with the iNDF. To measure the digestion rate were made two ruminal dissections, being the first after the morning diet supply and the other one before the diets supply. The methane production was estimated by the sulfur hexafluoride gas tracer method during five consecutive days. The data was analyzed using the SAS PROC MIXED. The greater daily methane productions ($P < 0,05$) was observed on the *in natura* sugar cane and corn silage than the sugar cane silage but when expressed on animal product unit, was lower ($P < 0,05$) on corn silage and *in natura* sugar cane than the sugar cane silage diets. The reticular and omasal digestas presented similarities ($P > 0,05$) to evaluate the ruminal digestibility of the DM, OM, CP, NDF and NFC. However the ruminal digestibility of EE and intestinal digestibility of PB and EE differed ($P < 0,05$) between the collects locations. The corn silage diet presented the greater ($P < 0,05$) ingestion rate of DM, passage rate of DM and NDF and provided greater animal intake. The ingestion and passage rates of DM and NDF were similar on the CS 0% and CS 0,4% diets. The CS 0,8% diet presented ingestion and passage rate of DM and NDF lower than CS 0,4%. Concludes that the better quality diets presented lower methane production per animal product unit and greater digestibility and passage rates. In addition observed that the omasal digesta collect presented better consistency than the reticular digesta.

Key words: : enteric methane, sulfur hexafluoride, omasal digesta, reticular digesta, passage rate, efficiency.

Introdução

No Brasil, a maior participação de volumosos em dietas para ruminantes é atribuída ao menor custo deste componente na dieta. A silagem de milho apresenta alto valor nutritivo, sendo amplamente utilizada em confinamentos, pois proporciona elevado desempenho dos animais. A cana-de-açúcar também é tradicionalmente utilizada em dietas para bovinos, visto que essa cultura se destaca pelo menor custo em relação à silagem de milho e pelo melhor valor nutritivo que coincide com o período de maior escassez de forragens no país.

A cana-de-açúcar é amplamente utilizada na forma *in natura*, porém a adoção do método de ensilagem representa uma possibilidade para se manter o valor nutritivo da cana-de-açúcar e permitir melhor logística para sua utilização. A utilização de aditivos químicos (óxido de cálcio) na silagem de cana-de-açúcar tem por objetivo reduzir as perdas do processo, melhorar os padrões fermentativos e a digestibilidade da fibra da cana-de-açúcar que representam as principais limitações do uso desse volumoso.

Para explicar as diferenças encontradas nos desempenhos, é importante que sejam realizados estudos que avaliem os diferentes locais de digestão dos nutrientes das dietas e as taxas de digestão da fibra. Diferentes métodos de amostragem e sistemas de indicadores estão sendo usados para se estimar o fluxo ruminal (Krizsan et al., 2010), a técnica de amostragem omasal apresenta resultados satisfatórios (Rotta et al., 2012). Porém, considerando que a coleta de digesta omasal é bastante laboriosa e requer o uso de bomba de vácuo, a amostragem reticular vem sendo sugerida como alternativa à amostragem omasal, pois segundo Krizsan et al. (2010) fornece alternativa promissora à amostragem omasal, devido à menor interferência no animal.

A contribuição da produção de metano entérico para o aquecimento global (Moss et al., 2000) é vista como importante questão ambiental que envolve o sistema de produção de

carne (Mc Geough et al., 2010). As emissões globais de metano, a partir dos processos entéricos, são estimadas em cerca de 85 Tg ano⁻¹, correspondendo a 22,7% das emissões totais de metano geradas por fontes antrópicas (USEPA, 2000). No Brasil, em 2005, a fermentação entérica nos ruminantes representou uma das fontes de emissão de CH₄ mais importantes, com 63,2% de participação na geração deste gás; sendo que as categorias de gado bovino contribuíram com 97% destas emissões e com 91% das emissões totais de metano da pecuária (MCT, 2010).

Além da contribuição do metano para o efeito estufa, a produção deste gás representa perda energética para o animal de 2 a 12 % da energia bruta consumida (Johnson et al., 1995) sendo, portanto, de grande interesse quantificar a produção de metano pelos ruminantes (Berchielli et al., 2003) e buscar estratégias de mitigação.

O desenvolvimento de estudos para reduzir as emissões de metano requer avaliações detalhadas dos determinantes dessa emissão, tais como a composição da dieta e nível de consumo, em conjunto com técnicas acuradas e precisas de mensuração das emissões de metano nos animais (Lassey, 2011).

A técnica do gás traçador hexafluoreto de enxofre (SF₆) desenvolvida por Johnson et al. (1994) tem sido muito utilizada para quantificar a produção de metano entérico. Apresenta praticidade e baixo custo de equipamentos (Canesin, 2009) em relação às demais e permite medições simultâneas em grande número de animais (Clark et al., 2005).

Desta forma, essa pesquisa foi conduzida com o objetivo de avaliar as digestibilidades ruminais da matéria seca e dos constituintes da dieta através de amostras obtidas no omaso e no retículo, estimar as taxas de digestão e passagem ruminal, estimar as produções de metano pela técnica do gás traçador hexafluoreto de enxofre, assim como o pH ruminal em bovinos alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada e silagem de milho.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. Foram utilizados cinco bovinos mestiços europeu-zebu, com predominância de cruzamento de gir com holandês, fistulados no rúmen, com idade entre 24 a 36 meses e peso vivo médio inicial de $333 \pm 16,6$ kg, distribuídos em um quadrado latino 5x5. Os animais foram alojados em baias individuais de área com 8 m², providas de comedouros e bebedouros e piso de concreto revestido com borracha.

Antes de iniciar o experimento, os animais foram pesados, identificados e vermifugados. Os animais foram submetidos a período de adaptação de 15 dias ao local de experimentação, durante esta fase os animais receberam dieta à base de silagem de milho e cana-de-açúcar *in natura* triturada com aproximadamente 50 gramas da mistura uréia e sulfato de amônio (9:1) e 1 kg de concentrado. As sobras foram pesadas diariamente para a medição do consumo. Após o período de adaptação, os animais foram novamente pesados e distribuídos aos tratamentos.

Foram utilizadas cinco dietas contendo 60% de volumoso e 40% de concentrado na base da matéria seca. As dietas foram constituídas de diferentes volumosos: silagem de milho (SM); cana-de-açúcar *in natura* (CIN); silagem de cana-de-açúcar controle (SC0%); silagem de cana-de-açúcar acrescida de 0,4% de óxido de cálcio (SC0,4%) e silagem de cana-de-açúcar acrescida de 0,8% de óxido de cálcio (SC0,8%) com base na matéria natural. A porcentagem de proteína de todos os volumosos foi corrigida para 11%, sendo para isso acrescentado diariamente a estes a mistura de uréia/sulfato de amônio (9:1) com base na matéria seca do volumoso. A matéria seca dos volumosos foi quantificada duas vezes por semana.

A duração total do experimento foi de 105 dias, divididos em 5 períodos. Cada período experimental teve a duração de 21 dias, sendo nove dias de adaptação às dietas e 12 dias para a realização de coletas. Do 10° ao 14° dia foram realizadas as mensurações de metano, sendo que durante o 12° e 13° dia também foram feitas medições de pH ruminal, do 15° ao 18° dia foram feitas as coletas de digesta omasal e reticular e no 19° e 21° dia foi feito esvaziamento ruminal.

A cana-de-açúcar *in natura* foi triturada diariamente de segunda a sexta-feira e posteriormente foi fornecida aos animais. A cana-de-açúcar *in natura* fornecida nos finais de semana foi triturada na sexta-feira de manhã e mantida amontoada durante o final de semana, baseado na informação descrita por Menezes et al. (2011) de que o desempenho animal não é alterado, quando a cana-de-açúcar foi triturada e armazenada por três dias antes do seu fornecimento.

O concentrado contendo 13,5% de proteína bruta foi constituído por fubá de milho, farelo de soja, fosfato bicálcico, calcário, sal comum e mistura mineral (nos tratamentos SC 0,4% e SC0,8%, o calcário foi substituído por areia na mesma proporção). Foram utilizadas dietas isoprotéicas, contendo aproximadamente 12% de PB (Tabela 1).

As quantidades de concentrado, volumoso e as sobras foram pesadas diariamente. A dieta foi ajustada para se manter as sobras em torno de 5 a 10 %. As sobras e os volumosos foram amostrados durante o período de coletas (10° ao 21° dia) e posteriormente identificadas e acondicionadas em sacos plásticos e mantidas congeladas a -20°C. Os ingredientes que compuseram o concentrado foram amostrados diretamente dos silos da fábrica de ração nos dias das misturas dos mesmos.

Ao final de cada período de coletas, foram feitas as amostras compostas de sobras de cada animal, do concentrado e dos volumosos oferecidos; sendo para isso as amostras submetidas à secagem parcial em estufa de ventilação forçada (60°C/72 horas). Posteriormente estas amostras foram moídas a 1 e 2 mm em moinho de facas tipo Willey.

Tabela 1- Proporção dos ingredientes utilizados no concentrado e nas dietas experimentais e composição do concentrado e das dietas

Itens	Concentrado		Dieta			
	g/kg de MS					
Volumoso		-				600,0
Milho Grão Moído		851,0				340,0
Farelo de Soja		131,0				52,89
Fosfato Bicálcico		7,6				3,40
Calcário Calcítico ou Areia ¹		6,6				3,0
Sal comum		3,2				0,4
Premix ²		0,6				0,03
Composição química do concentrado e dietas na base da MS (g/kg de MS)						
Itens	Conc.	Dietas				
		SM ³	CIN ⁴	SC 0% ⁴	SC 0,4% ⁴	SC 0,8% ⁴
MS	872,40	533,25	532,09	524,31	525,12	533,31
MO	962,20	962,52	969,03	953,93	945,50	937,67
PB	137,30	120,04	121,33	121,51	122,84	121,91
EE	30,10	26,32	23,01	19,64	19,18	22,43
FDNcp	94,80	322,87	302,41	391,51	358,98	367,29
CNF	700,00	509,01	552,09	451,79	476,01	456,55
FDNi	7,12	119,26	159,71	203,62	189,85	191,19
Lignina	12,4	33,52	38,82	62,86	55,26	65,65

¹Para as dietas contendo silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,4 e 0,8% de óxido de cal o calcário foi substituído por areia lavada e seca, ²Composição química do premix: 2,1g/kg de sulfato de cobalto, 167,8g/kg de sulfato de cobre, 3,59g/kg de iodato de potássio, 262,3g/kg de sulfato de manganês, 0,93g/kg de selenito de sódio, 563,3g/kg de sulfato de zinco, ³16,5 g de uréia + sulfato de amônio por kg de MS de volumoso consumido, ⁴32,0g de uréia + sulfato de amônio por kg de MS do volumoso, Conc.=concentrado, MS = matéria seca, MO = matéria orgânica, PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína, CNF = carboidratos não fibrosos, FDNi= fibra em detergente neutro indigestível, SM=silagem de milho, CIN= cana-de-açúcar *in natura*, SC0%= silagem de cana-de-açúcar não tratada, SC 0,4%= silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,4% de óxido de cálcio e SC 0,8%= silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,8% de óxido de cálcio.

A composição química dos volumosos utilizados na elaboração das dietas está apresentada na Tabela 2.

Tabela 2- Composição dos volumosos utilizados nas dietas experimentais

Itens	SM	CIN	SC 0%	SC 0,4%	SC 0,8%
MS ¹	295,8	282,8	269,4	270,8	284,9
MO ²	955,5	972,9	946,9	934,1	918,9
PB ²	66,8	28,5	28,8	31,1	29,5
EE ²	24,2	18,9	13,1	12,3	17,9
FDNcp ²	482,9	455,4	608,8	552,8	567,1
CNF ²	381,6	470,1	296,2	337,9	304,4
FDNi ²	197,3	270,1	345,7	322,0	324,3
Lignina ²	48,4	58,3	99,7	86,6	104,5

MS = matéria seca, MO = matéria orgânica, PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína, CNF = carboidratos não fibrosos, FDNi= fibra em detergente neutro indigestível,¹g/kg de matéria natural,²g/kg de matéria seca, SM=silagem de milho, CIN= cana-de-açúcar *in natura*, SC0%= silagem de cana-de-açúcar não tratada, SC 0,4%= silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,4% de óxido de cálcio e SC 0,8%= silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,8% de óxido de cálcio.

O grau Brix da cana-de-açúcar *in natura* foi avaliado no 14º dia de cada período experimental. Amostras tomadas aleatoriamente de 10 plantas inteiras foram utilizadas, sendo divididas em três partes: distal, medial e apical. Para a extração do sulco, cada parte foi moída separadamente, utilizando engenho movido manualmente. Para a determinação do grau Brix, foi utilizado um refratômetro (marca ATAGO modelo N-1α), posteriormente foi calculada a média geral dos valores das partes da planta, sendo essa então considerada o Brix da planta inteira. Em média foi obtido o valor de 22,5±1,0 de grau brix durante o experimento.

Para estimar a produção de metano, foi utilizada a técnica do gás traçador hexafluoreto de enxofre (SF₆) (Johnson et al., 1994). Uma cápsula (tubo) de permeação contendo SF₆, com taxa de liberação conhecida, foi inserida em cada animal via rúmen três dias antes das amostragens. O ar expirado pelo animal foi amostrado por aparato coletor com tubo capilar (0,127 mm de diâmetro) de aço inoxidável acoplado ao cabresto do animal e conectado a uma canga coletora/armazenadora feita de tubo de PVC de alta resistência. A canga foi submetida a vácuo interno antes das amostragens, resultando em pressão interna próxima de zero atmosfera e calibrada por meio do tubo capilar para atingir meia atmosfera de pressão no final do período de coleta.

As amostragens dos gases foram realizadas a partir do 10º dia de cada período experimental, durante cinco dias consecutivos em intervalos de 24 horas. Seguindo os mesmos procedimentos, um conjunto de amostragem (denominado “branco”) foi colocado no ambiente onde estavam os animais, para as devidas correções dos gases do ambiente.

As determinações das concentrações de CH₄ e SF₆ foram realizadas no Laboratório de Cromatografia da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA Gado de Leite) em Juiz de Fora- MG. Foi utilizado cromatógrafo a gás HP 6890 plus, com detector de ionização de chama (FID) e coluna megabore 0,53 mm, 30 m, 15,0 µm, Plot HP-A1/M (para CH₄), e detector de captura de elétrons (µ-ECD) e coluna megabore 0,53 mm, 30 m, 25,0 µm, HP-MolSiv (para SF₆), com 2 loops de 0,5 mL acoplados a 2 válvulas de 6 vias. Foi utilizado o Nitrogênio 5,0 FID, com 99,9% de pureza, como gás de arraste e Hidrogênio 5,0 FID, com 99,9% de pureza, para ionização de chama.

A taxa de emissão do metano foi determinada em relação ao fluxo de SF₆, sendo calculada conforme descrito por Westberg et al.(1998): $Q_{CH_4} = Q_{SF_6} \times ([CH_4]_A - [CH_4]_B) / [SF_6]$, em que : Q_{CH_4} = taxa de emissão de metano pelo animal; Q_{SF_6} = taxa conhecida de emissão de SF₆; $[CH_4]_A$ = concentração de metano na canga; $[CH_4]_B$ = concentração de metano no branco e $[SF_6]$ = concentração de hexafluoreto de enxofre na canga.

A partir dos dados obtidos foram calculadas as emissões de metano por dia (gramas/dia e litros/dia) e por quilograma de peso vivo; as produções em função da ingestão de matéria seca (g/kg de MS), da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (g/kg de FDNcp), da fibra em detergente neutro indigestível (g/kg de FDNi), da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína digestível (g/kg de FDNcpdig) e as proporções da energia bruta e digestível perdidas na forma de metano. A conversão do metano em gramas para litro foi realizada assumindo que um mol de metano contém aproximadamente 22,4 litros e que esse possui a densidade de 0,716 gramas/litro de CH₄

(Brouwer, 1965). A conversão do metano em gramas para unidade energética foi realizada segundo o fator de conversão apresentado por Brouwer (1965), assumindo que a queima do metano produz 9,45kcal/litro.

O consumo de energia digestível dos animais foi obtido a partir dos nutrientes digestíveis multiplicados pelos seus respectivos valores energéticos, conforme descrito pelo NRC (2001): $CED = 5,6 \times CPBD + 9,4 \times CEED + 4,2 \times CFDN_{cpD} + 4,2 \times CCNFD$, em que: CED = consumo de energia digestível (Mcal/dia); CPBD = consumo de proteína bruta digestível (kg/dia); CEED = consumo de extrato etéreo digestível (kg/dia); $CFDN_{cpD}$ = consumo de fibra em detergente neutro corrigido para proteína e cinzas digestível (kg/dia); CCNFD = consumo de carboidratos não fibrosos digestíveis (kg/dia).

O pH foi mensurado no 12º e 13 diaº do período experimental, utilizando-se peagâmetro com microchip (Kahne Bolus Series-KB1000. Auckland, New Zealand) inserido no rúmen. O peagâmetro foi programado para realizar as leituras em intervalos pré-determinados (de 5 em 5 minutos) durante dois dias consecutivos.

Para estimar os fluxos de matéria seca reticular e omasal foi utilizado o sistema de dois indicadores. O cobalto-EDTA (Co-EDTA) foi utilizado como indicador da fase líquida e de pequenas partículas e a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador da fase sólida. A partir do 12º dia até o 18º dias (3 dias de adaptação e 4 dias de coletas) foram realizadas infusões diárias de 6g de Co-EDTA, distribuídas igualmente nos seguintes horários: 6h00, 12h00, 18h00 e 00h00 horas.

Foram realizadas seis coletas da digesta reticular e omasal, com intervalos de 12 horas, entre o 15º dia e 18º dia. No 15º dia, as coletas foram realizadas às 6h00 e 18h00 horas; no 16º dia às 10h00 e 22h00 horas e no 17º dia às 14h00 e no 18º dia às 2h00 horas. Nestes mesmos horários, foram coletadas aproximadamente 200 gramas de fezes em cada animal, sendo a FDNi utilizada para estimar a produção de matéria seca fecal. As amostras de fezes

foram submetidas à secagem parcial em estufa de ventilação forçada a 60°C. Posteriormente estas amostras foram moídas a 1 e 2 mm, em moinho de facas tipo Willey.

A coleta da digesta reticular foi realizada utilizando-se pote de 250 mL com tampa rosqueável que foi introduzido com a tampa fechada via rúmen até atingir o retículo, a tampa foi removida no retículo e após completar o pote com a digesta reticular, esse foi fechado ainda no retículo e retirado para compor parte da amostra a ser coletada. Esse procedimento foi repetido quatro vezes até que se totalizasse um litro de digesta reticular.

Para a coleta de digesta omasal, foi utilizada a técnica de Huhtanen (1997) adaptada por Leão (2002). A coleta da digesta omasal foi realizada, introduzindo-se no rúmen a extremidade de um tubo coletor, conduzindo-o em direção ao orifício retículo-omasal, até que a parte inicial ultrapassasse o referido orifício, onde foi mantido seguro com a mão durante o período da coleta. A outra extremidade do tubo coletor foi adaptada em uma das aberturas do kitassato e a mangueira da bomba a vácuo, na outra abertura do mesmo. No momento da coleta, a bomba a vácuo foi acionada, e por sucção, a digesta foi coletada através da mangueira até o kitassato. Foi coletado aproximadamente 1 litro de digesta por coleta.

Após a coleta, as amostras de digesta reticular e omasal foram congeladas (-20°C) até serem processadas. Ao final de cada período experimental, estas amostras foram descongeladas em temperatura ambiente e filtradas em filtro de náilon a 100 µm com área de poros de 44% de superfície (Sefar Nitex 100/44, Sefar, Thal, Switzerland) obtendo assim duas fases: o filtrado constituiu a fase líquida e de pequenas partículas e o resíduo, a fase de grandes partículas. Posteriormente estas amostras foram secas em estufa de ventilação forçada a 60°C/72 horas e moídas em moinhos tipo Willey, sendo armazenadas para posteriores análises.

Os fluxos de matéria seca e dos constituintes das digestas reticulares e omasais foram calculados, conforme descrito por Valadares Filho et al. (2011).

No 19^o dia, foi feito um esvaziamento total do rúmen, 4 horas após o fornecimento da dieta pela manhã, para se determinar as taxas de digestão e de passagem de cada dieta, conforme técnica descrita por Allen & Linton (2007). Para isto, toda a digesta ruminal foi retirada e pesada, sendo obtido o peso da digesta total, que posteriormente foi filtrada em quatro camadas de gaze para a separação da massa sólida e líquida. Foi feita a amostragem representativa de ambas as fases para determinação dos teores de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDN_{cp}) e fibra em detergente neutro indigestível (FDN_i). Após a amostragem, as fases foram novamente misturadas e a digesta restante retornada ao rúmen. No dia 21^o dia foi realizado outro esvaziamento no rúmen, seguindo os procedimentos citados, imediatamente antes do fornecimento da dieta. Posteriormente foi elaborada uma amostra composta da digesta submetida à secagem parcial de cada animal, referente aos dois horários e aos dois dias de coleta.

As amostras dos volumosos, ingredientes do concentrado, sobras, fezes e digestas reticular e omasal foram avaliadas quanto aos teores de matéria seca (MS) segundo método INCT - CA G-003/1, matéria mineral (MM) segundo método INCT-CA M-001/1, proteína bruta (PB) segundo método INCT - CA N-001/1, fibra em detergente neutro (FDN) segundo método INCT - CA F-001/1 e correções para proteína e cinzas, respectivamente, segundo métodos INCT - CA N-004/1 e INCT - CA M-002/1, extrato etéreo (EE) segundo método INCT - CA G-004/1, e lignina segundo método INCT-CA F-005/1, conforme descritas por Detmann et al. (2012). A fibra em detergente neutro indigestível (FDN_i), foi obtida após a incubação das amostras de fezes, digesta reticular e omasal, volumosos e concentrado moídos a 2mm, em sacos F57 (Ankom[®]) *in situ* por 288 horas, de acordo com o método INCT- CA F-008/1, conforme descritos por Detmann et al. (2012). Nas amostras das digestas foram analisadas o teor de cobalto em espectrofotômetro, a solução mineral foi preparada segundo método INCT-CA M-004/1, conforme descritos por Detmann et al. (2012).

A quantificação dos carboidratos não fibrosos (CNF) foi realizada de acordo com Detmann & Valadares Filho (2010): $CNF = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ da uréia} + \% \text{ de uréia}) + \%FDNcp + \%EE + \%MM]$ em que: FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

Os dados relativos ao consumo e às digestibilidades totais foram analisados utilizando o procedimento MIXED do SAS (versão 9.1). As médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey. Adotou-se 0,05 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I. Houve perda de um período de amostragem de metano, assim, para as produções de metano foi utilizado um quadrado latino incompleto, com cinco tratamentos e quatro períodos.

As digestibilidades ruminais foram analisadas em esquema de medidas repetidas no espaço, utilizando-se o procedimento MIXED do SAS (versão 9.1), segundo o modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + D_i + a_j + p_k + e_{ijk} + L_l + DL_{il} + \varepsilon_{ijkl}$$

em que: μ = constante geral; D_i = efeito da dieta i ; a_j = efeito do animal j ; p_k = efeito do período experimental k ; e_{ijk} = efeito aleatório residual entre parcelas; L_l = efeito do local de amostragem l ; DL_{il} = efeito da interação entre a dieta i e o local de amostragem l ; ε_{ijkl} = erro aleatório não observável, pressuposto com distribuição normal.

Os dados relativos ao pH foram analisados por intermédio do procedimento MIXED do SAS (versão 9.1). Os efeitos fixos considerados foram o tratamento, o tempo e a interação entre esses. Período e animal foram tomados como efeitos aleatórios no modelo. Foi utilizado um esquema de medidas repetidas no tempo, sendo os horários de coleta (a cada 30 minutos) repetidos dentro de cada unidade experimental (Animal*Período).

Resultados e Discussão

Observa-se que houve maior ($P<0,05$) consumo de nutrientes em kg/dia e % do PV nas dietas à base de silagem de milho em relação às demais (Tabela 3). O efeito benéfico sobre os consumos de MO, PB, EE, FDNcp, CNF e NDT está relacionado à maior ingestão de matéria seca pelos animais alimentados com silagem de milho.

A melhor composição química da silagem de milho e menor teor de FDNi (Tabela 1) em relação às dietas de cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada, são características desta dieta que proporcionam maior consumo de matéria seca. O alto efeito de repleção ruminal é característico em dietas com maiores teores de FDNi, devido às menores taxas de passagem desta fração no trato gastrointestinal e consequente redução no consumo.

Tabela 3- Médias obtidas para os consumos dos constituintes das dietas (kg) de bovinos mestiços alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada e silagem de milho

Itens	Tratamento					Valor-P	EPM
	SM	CIN	SC 0%	SC 0,4%	SC 0,8%		
	Consumos (kg)						
MS	7,11 a	5,23 b	3,87 b	4,29b	4,08 b	0,0024	0,26
MO	6,82 a	5,05 b	3,72 b	4,15 b	3,80 b	0,0020	0,24
PB	0,90 a	0,69 b	0,51 c	0,58 bc	0,57 bc	0,0035	0,05
EE	0,18 a	0,14 b	0,08 c	0,10 bc	0,09 c	0,0015	0,007
FDNcp	2,19 a	1,42 b	1,41 b	1,41 b	1,17 b	0,0038	0,08
CNF	3,71 a	2,96 b	1,84 c	2,20 bc	2,12 c	0,0014	0,14
NDT (kg)	5,45 a	4,03 b	2,95 c	3,40 bc	2,85 c	<0,001	0,17
FDNi	0,89	0,81	0,72	0,72	0,56	0,0523	0,04
	Consumos (g/kg de peso corporal)						
MS	20,81 a	14,82 b	11,85 b	9,61 b	12,53 b	0,0051	0,08
FDNcp	6,41 a	3,99 b	4,32 b	3,23 b	3,60 b	0,0071	0,02
FDNi	2,61	2,39	2,25	1,70	1,71	0,1572	0,01

MS = matéria seca, MO = matéria orgânica, PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína, CNF = carboidratos não fibrosos, NDT= nutrientes digestíveis totais FDNi= fibra em detergente neutro indigestível, SM=silagem de milho, CIN= cana-de-açúcar *in natura*, SC0%= silagem de cana-de-açúcar não tratada, SC 0,4%= silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,4% de óxido de cálcio e SC 0,8%= silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,8% de óxido de cálcio.

O menor consumo ($P < 0,05$) de matéria seca e dos componentes observado em silagens de cana-de-açúcar em relação à silagem de milho também pode ser atribuído ao processo de fermentação alcoólica que ocorreu nas silagens de cana-de-açúcar devido à alta disponibilidade de carboidratos solúveis e alta atividade das leveduras, que resultou na fermentação alcoólica e consequente perda do valor nutritivo das silagens.

As dietas à base de cana-de-açúcar *in natura* e silagem de cana-de-açúcar, apresentaram consumos similares de MS, MO e FDNcp.

Independente da forma de expressão, não houve efeito benéfico da cal sobre os consumos dos componentes da dieta, visto que os consumos nas dietas contendo silagem de cana-de-açúcar tratada (SC 0,4% e SC 0,8%) ou não tratada (SC 0%) foram similares. Carvalho et al. (2010) avaliaram o consumo e digestibilidade de novilhas alimentadas com cana-de-açúcar sem tratamento ou tratadas com três níveis de óxido de cálcio (0,75; 1,5 e 2,25%) e não observaram diferenças nos consumos de matéria seca de 5,16; 5,05; 4,96 e 4,60 kg/dia, respectivamente, e nas digestibilidades dos componentes das dietas. De acordo com estes autores, os resultados observados contrariam o princípio de adição dos produtos alcalinos em volumosos, o qual preconiza alterações na estrutura química e consequentemente aumento no consumo voluntário e digestibilidade.

Não houve efeito ($P > 0,05$) dos tratamentos sobre o consumo de FDNi. Portanto, pode-se inferir que a FDNi exerce um papel fundamental no controle do consumo de MS, visto que o consumo de MS diferiu entre as dietas, mas o consumo de FDNi não variou.

As dietas contendo silagem de milho e cana-de-açúcar *in natura* apresentaram digestibilidade aparente da MS, MO, PB, EE, FDNcp e teor de NDT similar ($P > 0,05$) (Tabela 4). Rotta (2012) observou maiores digestibilidades da MS, MO, PB e CNF para os animais alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar, independente da proporção de volumoso

fornecida em relação aos animais alimentados com dietas à base de silagem de milho e atribuiu este aumento na digestão ao maior tempo de retenção da dieta no rúmen dos animais.

Tabela 4- Médias obtidas para os coeficientes de digestibilidade aparente (% da MS ingerida) dos constituintes das dietas e teor de NDT de bovinos mestiços alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada e silagem de milho

Itens	Tratamento					Valor-P	EPM
	SM	CIN	SC 0%	SC 0,4%	SC 0,8%		
MS	68,68	70,68	69,62	72,10	72,09	0,8176	1,08
MO	70,54	72,47	72,70	75,42	74,75	0,5091	0,90
PB	68,21 b	72,53 ab	76,86 a	78,74 a	80,32 a	0,0077	1,02
EE	79,37	81,18	75,83	83,20	83,86	0,3254	1,64
FDNcp	48,03	36,26	52,39	50,45	45,00	0,0599	1,82
CNF	86,20 b	90,76 a	88,44 ab	90,38 a	89,46 a	0,0316	0,46
NDT	69,89	73,40	73,72	77,03	74,54	0,3265	1,02

MS = matéria seca, MO = matéria orgânica, PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína, CNF = carboidratos não fibrosos, NDT= nutrientes digestíveis totais FDNi= fibra em detergente neutro indigestível, SM=silagem de milho, CIN= cana-de-açúcar *in natura*, SC0%= silagem de cana-de-açúcar não tratada, SC 0,4%= silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,4% de óxido de cálcio e SC 0,8%= silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,8% de óxido de cálcio.

Nas silagens de cana-de-açúcar, não se observou efeito benéfico do tratamento com óxido de cálcio sobre as digestibilidades da MS, MO, PB, EE, FDNcp, CNF e teor de NDT. Em outras pesquisas também foi observada a ineficiência do tratamento com óxido de cálcio sobre a digestibilidade dos componentes da dieta (Carvalho, 2008; Menezes, 2010; Pontes, 2007). Ao contrário, Moraes (2010), observou que a inclusão de cal a níveis próximos de 0,75% resultou em incremento na digestibilidade da matéria seca. Segundo Romão (2011), níveis acima de 1,5% de óxido de cálcio melhoram o valor nutritivo e a digestibilidade *in vitro* da MS da cana-de-açúcar. A controvérsia nos resultados obtidos nos diversos estudos mostra a necessidade de avaliar a verdadeira eficiência do tratamento com este aditivo em silagens de cana-de-açúcar, ou induzir novos estudos a outros tipos de aditivos que tragam resultados benéficos.

Não houve interação ($P>0,05$) entre local de amostragem e tratamentos para nenhuma das variáveis avaliadas (Tabela 5).

As digestibilidades ruminais da MS, MO, PB, FDNcp e CNF foram similares ($P>0,05$) para as digestas coletadas no omaso e retículo. Resultados semelhantes para MS e MO foram obtidos por Krizsan et al.(2010), ao compararem a técnica de amostragem reticular e omasal: MS (71,8 e 71,6 %, respectivamente) e MO (76,2% e 76,2%, respectivamente). Dessa forma, observa-se que a digesta coletada no retículo pode substituir a digesta omasal para estimar as digestibilidades ruminais da MS, MO, PB, FDNcp e CNF.

No estudo de Rotta et al. (2012), ao comparar as digestibilidades ruminal da MS e MO em animais alimentados com dietas contendo silagem de milho ou cana-de-açúcar, foram obtidos maiores valores de digestibilidade da MS e MO (51,53% e 57,18%, respectivamente) no retículo em relação ao omaso (43,67% e 48,62% ,respectivamente), resultado diferente do obtido na presente pesquisa.

Houve efeito de local de amostragem ($P<0,05$) para a digestibilidade ruminal do EE, que foi menor para a digesta coletada no omaso. Observa-se que os valores obtidos com a digesta reticular não são coerentes, uma vez que os mesmos foram elevados e positivos, indicando ausência de síntese de lipídeos microbianos. Também Rotta (2012) observou valores diferentes para a digestibilidade ruminal obtida com amostra reticular de 76,73% e omasal de -35,35% e relacionou os resultados à produção de ácidos graxos que ocorre no rúmen e ao fato da digesta coletada no retículo não ter sido representativa da digesta que estaria saindo do retículo. Assim, nessa pesquisa não se recomenda o uso da digesta reticular para avaliar a digestão ruminal de EE.

Tabela 5- Digestibilidades ruminal e intestinal expressas em porcentagem da quantidade que chega a cada local obtidas pela coleta da digesta omasal e reticular em bovinos alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada e silagem de milho

Itens	SM		Média	CIN		Média	SC 0%		Média	SC 0,4%		Média	SC 0,8%		Média	Valor-P	TxL	EPM	
	Ret	Om		Ret	Om		Ret	Om		Ret	Om		Ret	Om					Trat
Digestibilidade ruminal																			
MS	39,40	33,20	36,30	36,20	41,60	38,90	36,00	43,20	39,60	36,67	39,67	38,17	41,00	51,00	46,00	0,2048	0,1130	0,2496	0,01
MO	52,20	43,20	47,70 B	49,00	52,40	50,70B	50,20	55,40	52,80B	52,29	53,79	53,04AB	58,40	63,80	61,10A	0,0124	0,6031	0,3282	0,01
PB	4,80	-13,20	-4,20 B	19,20	11,20	15,20AB	32,40	23,20	27,80 A	17,45	15,20	16,32 AB	25,00	32,80	28,90 A	0,0029	0,2205	0,5041	0,02
EE	25,00a	-96,60b	-35,80B	60,20a	-16,20b	22,00 A	61,80a	-26,40b	17,70 A	74,25a	4,25b	35,00 A	90,20a	9,20b	49,70 A	<0,0001	<0,0001	0,3009	0,04
FDNcp	41,92	34,25	38,08	12,40	23,95	18,17	23,90	49,47	36,68	33,07	39,96	36,51	43,44	47,48	45,46	0,0818	0,1174	0,2938	0,004
CNF	73,60	72,40	73,00	81,80	82,00	81,90	77,80	74,80	76,30	75,45	78,45	76,95	76,00	81,60	78,80	0,0821	0,7009	0,7843	0,01
Digestibilidade intestinal																			
PB	66,49b	70,76a	68,62	64,76b	68,24a	66,50	65,63b	67,74a	66,68	71,28b	74,46a	72,87	71,54b	72,77a	72,15	0,4782	0,0339	0,9401	1,18
EE	51,22b	88,76a	69,99	63,89b	83,50a	73,69	64,07b	79,77a	71,92	48,83b	84,35a	66,59	41,12b	80,99a	61,05	0,3231	<0,0001	0,5195	2,54

Letras maiúsculas comparam dietas na mesma linha; Letras minúsculas comparam locais de coleta na mesma linha; MS = matéria seca, MO = matéria orgânica, PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína, CNF = carboidratos não fibrosos, SM=silagem de milho; CIN= cana-de-açúcar *in natura*; SC0%= silagem de cana-de-açúcar não tratada; SC 0,4%= silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,4% de óxido de cálcio e SC 0,8%= silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,8% de óxido de cálcio.

Avaliando o efeito das diferentes dietas, observa-se que não houve diferença para as digestibilidades ruminais da MS, FDNcp e CNF. A digestibilidade ruminal da proteína bruta na dieta com silagem de milho apresentou valores negativos, que podem ser atribuídos a alguma deficiência de PB nessa dieta. Nas dietas à base de cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada, a digestibilidade ruminal da proteína bruta não diferiu, provavelmente, devido aos maiores teores de uréia/sulfato de amônio utilizados nessas dietas.

A digestibilidade ruminal do EE foi menor ($P < 0,05$) na dieta com silagem de milho em relação às demais dietas; os valores negativos obtidos com esta dieta demonstram que ocorreu síntese de lipídeos microbianos no rúmen.

Do total digestível da MS aproximadamente 56,3% foi digerido no rúmen. Também foram observados que do total digestível da MO aproximadamente 67,62; 69,90; 72,62; 70,33 e 81,74% foram digeridos no rúmen para as dietas contendo SM; CIN; SC0%; SC0,4% e SC0,8% respectivamente. Magalhães (2010) observou digestibilidade ruminal da MS de 67,88; 59,04 e 60,34% e digestibilidades ruminais da MO de 73,06; 66,68 e 69,00% para dietas com silagem de milho, silagem de cana-de-açúcar não tratada ou tratadas com 0,5% de óxido de cálcio respectivamente.

Houve efeito dos locais de coleta ($P < 0,05$) para a digestibilidade intestinal da proteína bruta, sendo que o maior valor (70,79%) foi observado na digesta omasal em relação à digesta reticular (67,94%).

A digestibilidade intestinal do EE foi maior ($P < 0,05$) na digesta omasal em relação à digesta reticular. Mathison et al. (1995) ressaltaram a importância do papel do retículo como órgão propulsor da digesta através do orifício retículo-omasal, porém os mecanismos e fatores que controlam este processo ainda não são bem conhecidos. A complexidade destes mecanismos pode resultar na falta de representatividade da digesta reticular por não

representar a digesta que realmente estará deixando o rúmen e conseqüentemente comprometer os resultados.

As taxas de ingestão (Tabela 6) da MS e FDNcp foram influenciadas ($P<0,05$) pelo tipo de volumoso nas dietas. A taxa de ingestão da MS foi maior ($P<0,05$) para os animais que consumiram dieta com silagem de milho em relação às dietas à base de cana-de-açúcar. A taxa de ingestão da FDNcp na dieta de silagem de milho foi superior ($P<0,05$) às dietas de cana-de-açúcar *in natura*, SC0% e SC 0,8%. Não houve efeito ($P>0,05$) dos tratamentos sobre a taxa de ingestão da FDNi.

As maiores ($P<0,05$) taxas de passagem da MS e FDNcp foram obtidas com as dietas de silagem de milho. A maior taxa de passagem dessa dieta justifica o maior consumo observado nos animais deste experimento (Tabela 3).

Tabela 6- Taxas de ingestão, passagem e digestão e tamanho do *Pool* obtidos em bovinos mestiços alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada e silagem de milho

Itens	Tratamento					Valor-P	EPM
	SM	CIN	SC 0%	SC 0,4%	SC 0,8%		
MS							
Ki (h^{-1})	0,0777 a	0,0586 b	0,0508 bc	0,0602 b	0,0437 c	0,0014	0,0023
Kp (h^{-1})	0,0515 a	0,0362 b	0,0290 bc	0,0358 b	0,0216 c	<0,0001	0,0379
Kd (h^{-1})	0,0259	0,0258	0,0218	0,0247	0,0220	0,7785	0,0015
Pool (kg)	4,19	3,80	3,32	3,04	3,72	0,1390	0,1493
FDNcp							
Ki (h^{-1})	0,0390 a	0,0261 bc	0,0269 b	0,0317 ab	0,0154 c	0,0021	0,0013
Kp (h^{-1})	0,0256 a	0,0191 b	0,0137 bc	0,0184 b	0,0086 c	0,0002	0,0011
Kd (h^{-1})	0,0134 a	0,0052 c	0,0131 ab	0,0131 ab	0,0089 bc	0,0049	0,0007
Pool (kg)	2,68	2,40	2,26	1,95	2,49	0,2637	0,1029
FDNi							
Ki (h^{-1})	0,0230	0,0184	0,0236	0,0238	0,0179	0,2675	0,0015
Pool (kg)	1,39	1,59	1,44	1,39	1,80	0,1577	0,0656

ki = taxa de ingestão da dieta, kp = taxa de passagem da dieta, kd = taxa de digestão da dieta, MS= matéria seca, FDNcp= fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína, FDNi= fibra em detergente neutro indigestível SM=silagem de milho, CIN= cana-de-açúcar *in natura*, SC0%= silagem de cana-de-açúcar não tratada, SC 0,4%= silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,4% de óxido de cálcio e SC 0,8%= silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,8% de óxido de cálcio.

A taxa de passagem ruminal determina o fluxo de digesta pelo trato gastrintestinal, que, no caso de forrageiras tropicais, apresenta baixos valores, em virtude, principalmente, do alto teor de fibra de baixa degradabilidade, ampliando o efeito de repleção ruminal (Fernandes et al., 2003), portanto as menores taxas de passagem da MS e FDNcp observadas em dietas à base de cana-de-açúcar podem ser atribuídas à composição destas dietas (Tabela 1).

As taxas de ingestão e de passagem da MS e FDNcp, foram similares nas dietas de SC 0% e SC 0,4%. A dieta de SC 0,8% apresentou taxa de ingestão e passagem da MS e FDNcp menor em relação à SC 0,4%. Portanto, a utilização do óxido de cálcio não promoveu melhorias nas taxas de ingestão e de passagem dos componentes das silagens de cana-de-açúcar, o que justifica a similaridade no consumo. A ausência de significância ($P>0,05$) da adição de óxido de cálcio na silagem de cana-de-açúcar para melhorar as taxas de ingestão, passagem e digestão da MS e FDNcp também foi observada em outras pesquisas (Magalhães, 2010; Menezes et al. 2010).

Não houve efeito das diferentes dietas utilizadas ($P>0,05$) sobre as taxas de digestão da MS e o *pool* ruminal de MS, FDNcp e FDNi.

As emissões de metano, independentes do modo de expressão, não foram influenciadas ($P>0,05$) pelas dietas (Tabela 7).

Segundo Vlaming et al. (2008), a falta de repetibilidade nas emissões de metano entre os animais pode ser atribuída à variação da emissão que ocorre naturalmente no próprio indivíduo e também pela variação na mensuração da técnica ou pela combinação de ambos os fatores. Estes autores observaram a variação na produção de metano utilizando a técnica SF₆ no próprio animal de 7 a 10%, tais valores foram maiores aos obtidos em estudos utilizando a técnica calorimétrica (4-7%). Portanto esta variabilidade do próprio animal ou entre animais recebendo dietas semelhantes pode justificar a ausência de efeito dos tratamentos sobre as produções de metano neste experimento.

As emissões de metano em relação ao consumo de matéria seca (g/kgMS) observadas demonstram que dietas à base de silagem de milho proporcionam emissões de metano expressas em g/kg de MS inferiores 30,73% em relação às demais dietas. No trabalho de Mc Geough et al. (2010), a produção de metano média observada em bovinos alimentados com dieta à base de silagem de milho ou dieta com alto concentrado foi, respectivamente, de 27,27g/kg MS e de 22,1g/kg MS. De acordo com Pedreira et al. (2004), existe estreita correlação negativa entre a emissão de metano por unidade de alimento digerido e ingestão de matéria seca.

As perdas de energia bruta na forma de metano foram 35,73% superiores nas dietas de silagem de cana-de-açúcar em relação à dieta de silagem de milho. Segundo Monteiro (2009), a melhoria da eficiência de utilização da energia bruta ingerida resulta em menor perda relativa de energia bruta na forma de metano e diminui a quantidade de metano por ganho de peso.

A emissão de metano varia entre 4 e 9% da energia bruta do alimento ingerido, em média de 6%, mas pode atingir até 18%, em situações de alimentação com déficit de proteína e composta por fibra de baixa qualidade (Pedreira, 2008). Estes valores estão coerentes com os encontrados no presente experimento, sendo que o menor e maior valor foi obtido nas dietas com silagem de milho (7,08%) e SC0% (10,93%), respectivamente. Portanto, os animais alimentados com silagem de milho, apresentaram uma melhor eficiência na utilização da energia, com conseqüente redução da perda de metano em relação à ingestão de energia bruta. Assim a utilização de dietas de melhor qualidade serve como uma estratégia de mitigação do metano no sistema pecuário.

Pedreira et al.(2004) quantificaram a produção de metano e as perdas de energia bruta ingerida em dietas à base de cana-de-açúcar com 1% de uréia ou com concentrado na proporção de 40% do total da matéria seca fornecida. As dietas à base de concentrado

proporcionaram maiores consumos de matéria seca e conseqüentemente maior produção de metano por dia em relação às dietas corrigidas com uréia, mas não foram observadas diferenças entre os tratamentos quanto a perda proporcional de energia na forma de metano, sendo observados valores para esta variável de 4,43 a 5,38% .

As dietas à base de cana-de-açúcar proporcionaram perdas de energia digestível superiores a 19,78% em relação à dietas com silagem de milho. Jonhson et al. (1995) relataram que a produção de metano deve ser avaliada sob duas condições; quando o nível de ingestão de alimento é baixo e a disponibilidade de carboidratos na dieta é alta, a perda de energia na forma de metano é alta e, quando o nível de ingestão de alimentos é alto e a digestibilidade da dieta também é alta, ocorre baixa perda de energia na forma de metano, indicando relação entre a digestibilidade e o tempo de permanência dos alimentos no rúmen.

Tabela 7- Médias das produções de metano obtidas em bovinos mestiços alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada e silagem de milho

Itens	Tratamento					Valor-P	EPM
	SM	CIN	Sil. 0%	Sil. 0,4%	Sil 0,8%		
Produção de Metano							
g/dia	204,01	138,27	147,90	141,21	139,57	0,4784	16,13
L/dia	284,53	192,84	206,27	196,95	194,65	0,4784	22,49
g/kg PV	0,58	0,40	0,46	0,39	0,39	0,4484	32,63
g/kg MS	23,77	26,73	37,33	30,01	30,23	0,1917	432,58
g/kgFDNcp	74,37	102,69	102,25	88,26	110,28	0,3108	6,55
g/kgFDNi	201,64	184,33	198,77	178,98	228,67	0,8078	18,17
g/kg de FDNcp dig	164,37	298,47	201,43	169,17	220,82	0,0524	14,69
%EB-CH ₄	7,08	7,78	10,93	8,79	9,12	0,2226	0,67
%ED-CH ₄	10,21	10,57	15,04	11,63	11,69	0,3422	0,97

g/dia=gramas por dia, L/dia=litros por dia, g/kg PV= gramas por quilo de peso vivo , g/kg MS= gramas por quilograma de matéria seca ingerida, g/kg FDNcp=gramas por quilograma de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína consumida, g/kg FDNi=gramas por quilograma de fibra em detergente neutro indigestível consumida, g/kg FDNcpdig= gramas por fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína digestível, %EB-CH₄=porcentagem de energia bruta perdida na forma de metano, %ED-CH₄= porcentagem de energia digestível perdida na forma de metano, SM=silagem de milho, CIN= cana-de-açúcar *in natura*, SC0%= silagem de cana-de-açúcar não tratada, SC 0,4%= silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,4% de óxido de cálcio e SC 0,8%= silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,8% de óxido de cálcio.

Na Tabela 8, estão apresentados os valores estimados das emissões de metano nos animais do experimento de desempenho (descrito no capítulo 1 dessa dissertação). Houve

efeito da utilização de diferentes dietas ($P < 0,05$) sobre as produções de metano (g/dia). As dietas à base de silagem de milho e CIN/SM proporcionaram maior emissão diária de metano em relação às dietas de silagem de cana-de-açúcar.

De acordo com Hegarty et al. (2007), em dietas de maior digestibilidade existe associação positiva entre consumo de alimentos e produções de metano, resultante do maior consumo que proporciona aumento de substratos para a fermentação ruminal e consequente aumento do fornecimento de hidrogênio para a metanogênese. Kurihara et al. (1999) observaram produções de metano diárias de 113 e 257 gramas em dietas de baixa e alta digestibilidade, respectivamente, fato também ocorrido na presente pesquisa.

TABELA 8- Estimativa da produção de metano em bovinos mestiços alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada e silagem de milho (experimento de desempenho)

Itens	Tratamento						P-valor	EPM
	SM	CIN	CIN/SM	SC 0%	SC 0,4%	SC 0,8%		
CMS (kg/dia)	8,58 a	6,50 b	7,09 b	4,44 c	4,80 c	4,16 c	<0,0001	0,18
GMD (kg)	1,86a	1,20 c	1,51 b	0,26 d	0,54 d	0,31 d	<0,0001	0,04
CH ₄ (g/dia)	204,12 a	173,84 ab	192,05 a	165,73 b	144,03 bc	125,85 c	0,0020	5,17
CH ₄ (g/KgdeGMD)	110,42 b	118,21 b	116,63 b	389,62 a	284,85 a	350,80 a	0,0007	18,99

CMS= consumo de matéria seca, GMD= ganho médio diário, CH₄(g/dia)= produção de metano em gramas por dia, CH₄(g/kg de GMD)= produção de metano por quilograma de ganho médio diário, SM=silagem de milho, CIN= cana-de-açúcar *in natura*, CIN/SM= cana-de-açúcar *in natura* fornecida nos 2 períodos de alimentação e silagem de milho fornecida no período final de alimentação, SC0%= silagem de cana-de-açúcar não tratada, SC 0,4%= silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,4% de óxido de cálcio e SC 0,8%= silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,8% de óxido de cálcio.

Diversos estudos mostram a relação positiva que existe entre o consumo de matéria seca com a emissão de metano diária (Blaxter and Clapperton, 1965; Hoeden e Reyenga, 1999; Kurihara et al. 1999; Primavesi et al., 2004). Porém, Nascimento (2007), avaliando a taxa de emissão de metano em animais alimentados com feno de *Brachiaria brizantha* com 15 dias, 45 dias e 90 dias de crescimento, não observou diferenças nas produções de metano expressas em g/dia, sendo os valores encontrados de 132,65; 138,32 e 133,93, respectivamente. Também não foi observada relação entre produção e consumo de matéria seca.

Os animais alimentados com silagem de milho, cana-de-açúcar *in natura* e CIN/SM apresentaram menores ($P < 0,05$) produções de metano por quilograma de ganho em relação àqueles alimentados com silagem de cana-de-açúcar. Portanto, o maior consumo de matéria seca proporcionou aumento na emissão de metano por animal, porém quando se considerou a relação de g CH₄/kg de ganho a emissão foi menor.

Segundo Pereira et al.(2011), com o incremento no desempenho espera-se aumento na emissão de metano, como resultado da maior extensão da fermentação da forragem no rúmen. Entretanto, a quantidade de metano produzida por unidade de produto é reduzida se a produção ou crescimento do animal é aumentado (Mc Crabb et al., 1998; Lovett et al., 2003). De acordo com Mc Geough et al. (2010), a melhoria da qualidade nutricional da dieta reduz a produção de metano por produto animal (carne). Esses autores observaram produções de metano (g/kg ganho) em média de 333,25 com silagem de milho e de 236 com dietas de alto concentrado.

Moss e Givens (2002) afirmaram que o incremento no desempenho dos animais resulta em menor permanência do animal no sistema de produção de carne, reduzindo a emissão do gás durante o ciclo de vida do animal.

Dessa forma, considerando o ganho de 100 kg de peso corporal durante um confinamento, as dietas contendo SM produziram por animal 11,042 kg de metano, enquanto as contendo cana-de-açúcar *in natura* produziram 11,821 kg, ou seja, aproximadamente 7% mais metano nas dietas contendo CIN. Já para as dietas contendo silagem de cana-de-açúcar, a produção de metano seria muito maior, variando entre 28,49 e 38,96 kg/animal. Deve-se ressaltar que o desempenho dos animais alimentados com silagem de cana-de-açúcar obtido nessa pesquisa foi bastante inferior aos descritos em outros experimentos.

Os parâmetros das equações de regressão, ponto crítico e respostas esperadas em horas para o pH ruminal estão apresentados na Tabela 9. Houve interação ($P < 0,05$) entre tratamento e o tempo de medição para o pH ruminal.

Tabela 9- Parâmetros das equações, ponto crítico da função e resposta esperada em horas para o pH mensurado no rúmen de bovinos mestiços alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada e silagem de milho

Tratamento ¹	Parâmetro ²					Resposta esperada	Ponto Crítico
	Intercepto	t	t ²	R ²	Valor-P		
SM	6.95278	-0.12315	0.00507	0.3474	<0.0001	6.20	12,14
CIN	6.86896	-0.06863	0.00304	0.0888	<0.0001	6.48	11,28
SC 0%	6.91876	-0.04815	0.00210	0.1347	<0.0001	6.64	11,46
SC 0.4%	7.03697	-0.10776	0.00442	0.4297	<0.0001	6.38	12,19
SC 0.8%	6.85976	-0.04834	0.00222	0.1646	<0.0001	6.59	10,88

¹Tratamentos: SM – silagem de milho; CA – cana-de-açúcar *in natura*; SC 0% - Silagem de cana-de-açúcar sem tratamento; SC 0.4% - Silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,4% óxido de cálcio durante a ensilagem; SC 0.8% - Silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,8% óxido de cálcio durante a ensilagem. ²Parâmetros gerados a partir de equações de regressão após um teste para verificar efeito dos seguintes fatores: Tratamento: $P = 0.0375$; Tempo: $P < 0.0001$; Tratamento*Tempo: $P < 0.0001$; adotando-se período e animal como efeito aleatório no modelo. ³ Resposta esperada em horas após a alimentação matinal.

Os valores mínimos de pH no rúmen de 6,20; 6,48; 6,64; 6,38 e 6,59 foram obtidos nos tempos de 12,14; 11,28; 11,46; 12,19 e 10,88 horas após a alimentação para as dietas contendo SM; CIN; SC 0%; SC 0,4% e SC 0,8%, respectivamente. Os valores obtidos estão dentro do limite estabelecido para que não haja comprometimento na digestão ruminal da fibra, pois valores de pH abaixo de 6,2 comprometem a atividade de bactérias celulolíticas (Orskov, 1982).

As Figuras 1, 2, 3, 4 e 5 estão demonstrado o comportamento médio do pH no rúmen, imediatamente antes (0 horas) e após o fornecimento da SM, CIN, SC0%, SC0,4% e SC0,8% respectivamente. Observa-se que em dietas à base de cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada os valores mínimos de pH foram superiores ao obtido na silagem de milho. De acordo com Van Soest (1994), o pH está relacionado com a digestibilidade e consumo de matéria seca visto que a maior ingestão e digestão de alimentos aumenta a concentração de ácidos graxos voláteis no rúmen, diminuindo o pH. Além disto, a alta taxa de fluxo salivar decorrente do

tempo considerável de mastigação sob dietas à base de cana-de-açúcar (Leng & Preston, 1976) pode ser atribuída aos maiores valores de pH observados com estas dietas.

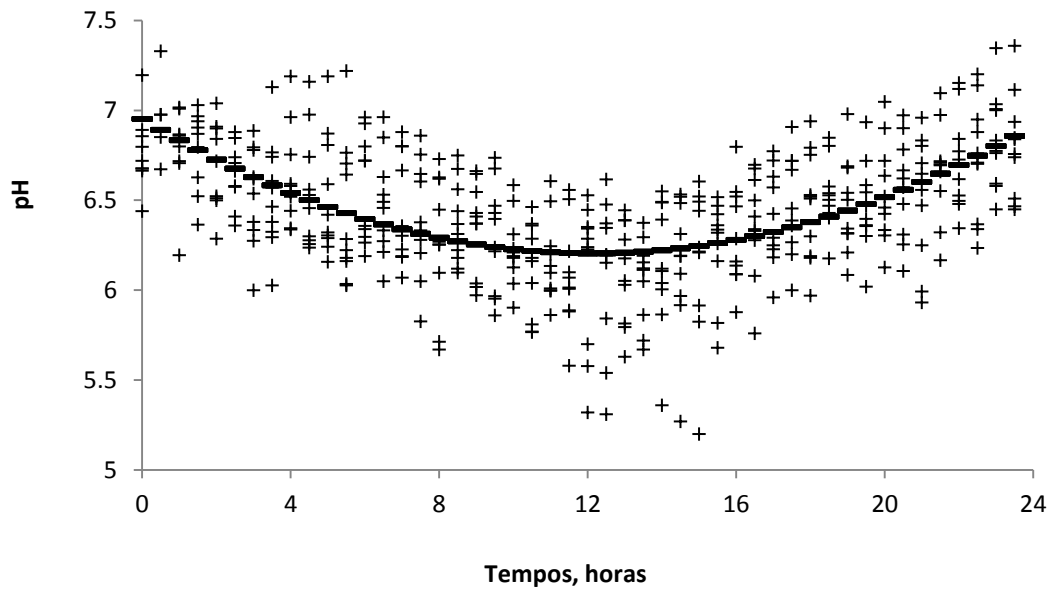


Figura 1- Relação entre o tempo e o pH ruminal mensurado a cada 5 minutos durante 24 horas em bovinos mestiços alimentados com dietas à base de silagem de milho.

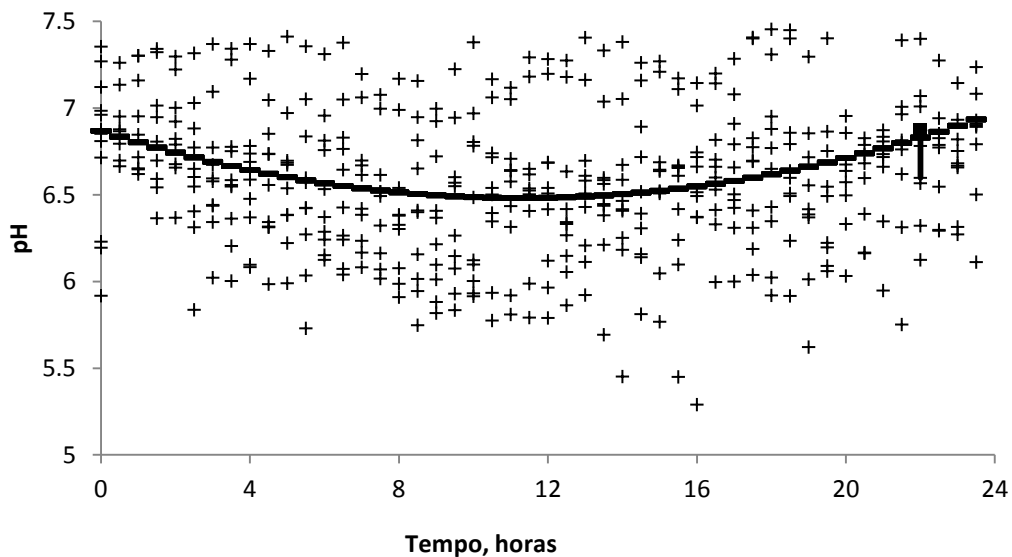


Figura 2- Relação entre o tempo e o pH ruminal mensurado a cada 5 minutos durante 24 horas em bovinos mestiços alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar *in natura*.

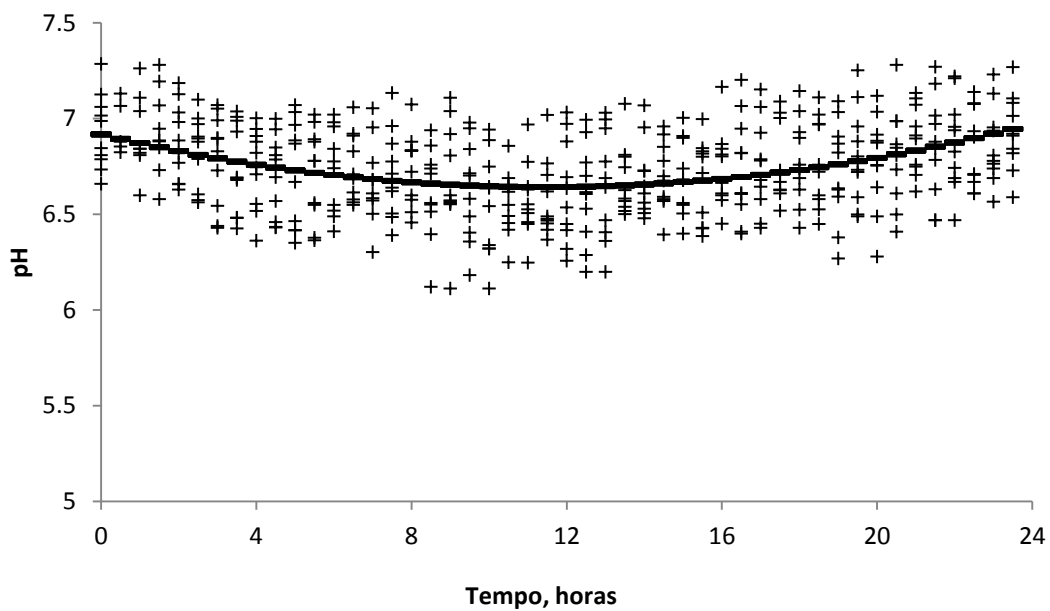


Figura 3- Relação entre o tempo e o pH ruminal mensurado a cada 5 minutos durante 24 horas em bovinos mestiços alimentados com dietas à base de silagem de cana-de-açúcar não tratada.

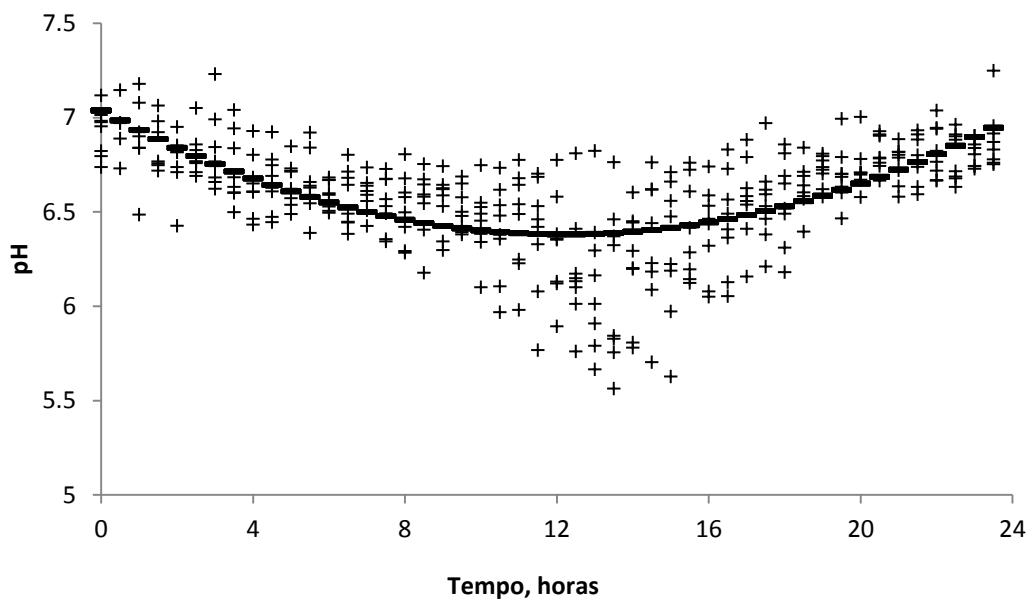


Figura 4- Relação entre o tempo e o pH ruminal mensurado a cada 5 minutos durante 24 horas em bovinos mestiços alimentados com dietas à base de silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,4% de óxido de cálcio.

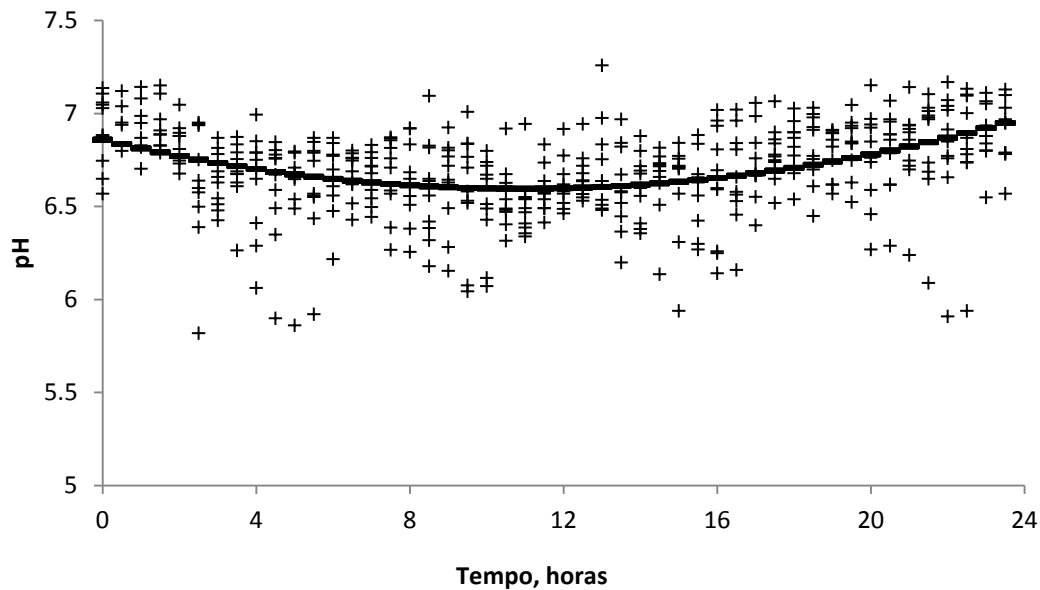


Figura 5- Relação entre o tempo e o pH ruminal mensurado a cada 5 minutos durante 24 horas em bovinos mestiços alimentados com dietas à base de silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,8% de óxido de cálcio.

Estudos mostram relação entre a redução do pH ruminal e a redução na produção de metano (Geough et al., 2009; Moe and Tyrrell, 1979; Moss et al., 2000). Segundo Pereira et al.(2011), o pH ótimo para o crescimento das metanogênicas está na faixa de 6,0 a 7,5, e o limite mais baixo entre 5,5 e 6,5. Neste experimento, os valores de pH obtidos (Tabela 9) possivelmente não tenham afetado a atividade das metanogênicas em nenhuma das dietas.

Conclusão

O omaso seria o local preferido de amostragem se o objetivo for estimar de forma adequada a digestibilidade ruminal e intestinal de todos os constituintes da dieta.

As maiores taxas de ingestão da MS e passagem da MS e FDNcp na dieta contendo silagem de milho proporcionam maiores consumos de nutrientes e justificam os maiores desempenhos dos animais consumindo essa dieta.

Dietas de melhor qualidade proporcionam maiores emissões de metano total por dia e menores emissões por quilograma de matéria seca ingerida. As perdas de energia bruta na forma de metano são menores em bovinos alimentados com silagem de milho. Assim, para reduzir a produção de metano entérico, recomenda-se a utilização de dietas de melhor qualidade que resultarão em redução da emissão no ciclo produtivo.

Referências Bibliográficas

- 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, SP. **Anais...** Pirassununga, 2007. p.72-89.
- BERCHIELLI, T.T.; PEDREIRA, M.S.; OLIVEIRA, S.G. et al. Determinação da produção de metano e pH ruminal em bovinos de corte alimentados com diferentes relações volumoso:concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. CD-ROM.
- BLAXTER, K. L. & CLAPPERTON, J. L. Prediction of the amount of methane produced by ruminants. **British Journal of Nutrition**, v.19, p.511–522, 1965.
- BROUWER, E. Report of sub-committee on constants and factors, In: K.L. Blaxter (Ed.) Energy Metabolism - **Proceedings** of the 3rd Symposium. London - New York , 1965. p. 441-443.
- CARVALHO, G.G.P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V. et. al. Consumo e digestibilidade aparente em novilhas alimentadas com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.2703-2713, 2010.
- CANESIN, R.C. **Frequência da suplementação de bovinos da raça nelore mantidos em pastagens**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, SP. p.119, 2009.

- CLARK, H.; PINARES-PATINÕ, C.S.; AND DEKLEIN, C. **Methane and nitrous oxide emissions from grazed grasslands.** In: D. A. McGilloyay, ed. Grassland: a global resource. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, the Netherlands. p. 279-293, 2005.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, p.980-984, 2010.
- DETMANN, E.; SOUZA, M.A. ; VALADARES FILHO, S.C .et al. **Métodos para Análise de Alimentos** - INCT - Ciência Animal. 1. ed. Visconde do Rio Branco: Suprema.p.214, 2012.
- DIAS, M. **Indicadores na coleta de digesta omasal e na cinética de trânsito do trato gastrintestinal de bovinos.** Tese (Doutorado em Zootecnia)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.p.110, 2009.
- FERNANDES, A.M.; QUEIROZ, A.C.; PEREIRA, J.C. et al. Fracionamento e cinética da degradação in vitro dos carboidratos constituintes da cana-de-açúcar com diferentes ciclos de produção em três idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1778-1785, 2003.
- HEGARTY, R. S., J. P. GOOPY, R. M. HERD, AND B. MCCORKELL. Cattle selected for lower residual feed intake have reduced daily methane production. **Journal of Animal Science**, v.85, p.1479–1486, 2007.
- HOWDEN, S.M.; REYENGA, P.J. Methane emissions from Australian livestock: implications of the Kyoto Protocol. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.50, p.1285–1291, 1999.

- HUHTANEN, P.; BROTZ, P.G.; SATTER, L.D. Omasal sampling technique for assessing fermentative digestion in the forestomach of dairy cows. **Journal of Animal Science**, v.75, p.1380–1392, 1997.
- JOHNSON, K.A.; JOHNSON, D.E. Methane emissions from cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2483-2492, 1995.
- JOHNSON, K., M.; HUYLER, H. WESTBERG, B. et al. Measurement of methane emissions from ruminant livestock using a SF6 tracer technique. **Environmental Science and Technology**, v.28p.359–362, 1994.
- KRIZSAN, S.J.; AHVENJÄRVI, S.; VOLDEN, H.; BRODERICK, G.A. Estimation of rumen outflow in dairy cows fed grass silage-based diets by use of reticular sampling as an alternative to sampling from the omasal. **Journal of Dairy Science**, v.9, p.1138–1147, 2010.
- KURIHARA, M.; MAGNER, T.; HUNTER, R.A.; McCRABB, G.J. Methane production and energy partition of cattle in the tropics. **British Journal of Nutrition**, v.81, p.227-234, 1999.
- LASSEY, K.R.; PINARES-PATIO, C.S.; MARTIN, R.J. et al. Enteric methane emission rates determined by the SF6 tracer technique: Temporal patterns and averaging periods. **Animal Feed Science and Technology**, v.166–167, p.183–191, 2011.
- LEÃO, M.I. **Metodologias de coletas de digestas omasal e abomasal em novilhos submetidos a três níveis de ingestão: consumo, digestibilidade e produção microbiana.** Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG. p.57, 2002.
- LENG, A.R.; PRESTON, T.R. Sugar cane for cattle production: presents constraints perspectives and research priorities. **Tropical Animal Production**, v.1, p.1-22, 1976.

- LOVETT, D.; LOVELL, S.; STACK, L. et al. Effect of forage/concentrate ratio and dietary coconut oil level on methane output and performance of finishing beef heifers. **Livestock Production Science**, v.84, p.135–146, 2003.
- MACHMÜLLER, A., AND H. CLARK. **First results of a meta-analysis of the methane emission data of New Zealand ruminants.** In: Working papers of the 2nd International conference on greenhouse gases and animal agriculture. C. R. Soliva, J. Takahashi, and M. Kreuzer, ed. ETH Univ., Zurich, Switzerland.p.361, 2005.
- MAGALHÃES, F.A. **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 (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. p.145, 2010.
- MATHISON, G.W.; OKINE, E.K.; VAAGE.; AS. **Current understanding of the contribution of the propulsive activities in the forestomach to the flow of digesta.** In: W. V. Englehardt, S. Leonhard-Marek, G. Breves, and D. Giesecke (ed.) Ruminant Physiology: Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction. Ferdinand EnkeVerlag, Stuttgart, Germany. p.23, 1995.
- MCCRABB, G. J.; KURIHARA, M. & HUNTER, R. A. The effect of finishing strategy of lifetime methane production for beef cattle in northern Australia. **Proceedings...** Nutrition Society Australia, p.22-55, 1998.
- MC GEOUGH, E.J.; O’KIELY, P.; HART, K.J.; MOLONEY, A.P. et al. Methane emissions, feed intake, performance, digestibility, and rumen fermentation of finishing beef cattle offered whole-crop wheat silages differing in grain content. **Journal of Animal Science**, v.88, p.2703–2716, 2010.
- MC GEOUGH, E. J., P. O’KIELY, P. A. FOLEY, K. J. HART, T. M. BOLAND, AND D. A. KENNY. Methane emissions, feed intake, and performance of finishing beef cattle offered

- maize silages harvested at four different stages of maturity. **Journal of Animal Science**, v.88, p.1479–1491, 2010.
- MCT - MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de Montreal, Brasília, MCT. p.212, 2010.
- MENEZES, G.C.C. **Cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada e silagem de milho em dietas para bovinos de corte confinados**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.p.86, 2010.
- MENEZES, G.C.C.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E. Taxas de passagem e de digestão obtidas com o esvaziamento ruminal em bovinos alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L) ou silagem de milho In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010. Salvador. **Anais...**Salvador: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010. CD-ROM.
- MONTEIRO, R.B.N.C. **Desenvolvimento de um modelo para estimativas da produção de gases de efeito estufa em diferentes sistemas de produção de bovinos de corte**. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP .p.75, 2009.
- MORAES, K.A.K. **Cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada e silagem de milho em dietas para novilhas de corte**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. p.67, 2010.
- MOSS, A.R., JOUANY, J.P., NEWBOLD, J. Methane production by ruminants: Its contribution to global warming. **Ann.Zootech**, v.49, p.231–253, 2000.
- MOSS, A.R.; GIVENS, D.I. The effect of supplementing grass silage with soya bean meal on digestibility, in sacco degradability, rumen fermentation and methane production in sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v.97, n.3, p.127-143, 2002.

- NASCIMENTO, C.F.M. **Emissão de metano por bovinos Nelore ingerindo *Brachiaria brizantha* em diferentes estádios de maturação.** Dissertação (Mestrado em Nutrição e Produção Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Pirassununga, SP. p. 65, 2007.
- ORSKOV, E. R. **Protein nutrition in ruminants.** London: Academic Press. p. 160, 1982.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL- NRC. **Nutrient requirements of beef cattle.** 7 rev. ed. National Academy Press, Washington, D. C. p. 242, 2000.
- PEDREIRA, M.S.; BERCHIELLI, T.T.; OLIVEIRA, S.G. et al. Produção de metano e concentração de ácidos graxos voláteis ruminal em bovinos alimentados com diferentes relações de volumoso:concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004. Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia.CD-ROM.
- PEDREIRA, M.S.; PRIMAVESI, O. Atuações zootécnicas para a adequação ambiental na bovinocultura. CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, João Pessoa, 2008. **Anais...**João Pessoa: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA.
- PEREIRA, L.G.R.; MACHADO, F.S.; CAMPOS, M.M. et al. 2011. Avanço conceitual em diagnóstico e estratégias de mitigação de metano entérico em bovinos de leite no Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE BOVINOCULTURA LEITEIRA, 3., 2011. Viçosa. **Anais...**Viçosa .p.75-122, 2011.
- PRIMAVESI, O.; FRIGHETTO, R.T.S.; PEDREIRA, M.S. et al. Metano entérico de bovinos leiteiros em condições tropicais brasileiras . **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p.277–283, 2004.

- PONTES, R.A.M. **Cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada com óxido cálcio e ureia em dietas de ovinos.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. p.60, 2007.
- ROMÃO, C.O. **Valor nutritivo da cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio.** Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária). Universidade Federal da Bahia, Bahia, BA. p.71, 2011.
- ROTTA, P.P. **Desempenho produtivo, exigências nutricionais e avaliação de métodos para estimação de fluxo de digesta em bovinos alimentados com silagem de milho ou cana-de-açúcar.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. p.89, 2012.
- ROTTA, P. P .; VALADARES FILHO, S. C. ; COSTA E SILVA, L.F; et al. Locais de coleta de digesta para a estimativa do fluxo ruminal em bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49., 2012. Brasília. **Anais...**Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia. CD-ROM.
- SHIOYA, S.; TANAKA, M.; IWAMA, K,M. 2001. Development of nutritional management for controlling methane emissions from ruminants in Southeast Asia. In: Greenhouse Gases in Animal Agriculture. **Proceedings...** Obihiro, Hokkaido, Japan. p. 346-349.
- USEPA. Evaluation ruminant livestock efficiency projects and programs: peer review draft. Washington: **United States Environmental Protection Agency**, p.48, 2000.
- VALADARES FILHO, S.C.; ROTTA, P.P.; COSTA E SILVA, L.F.. **Técnicas de coleta duodenal, abomasal, omasal e reticular na avaliação do fluxo ruminal.** In: RENNÓ, F.P.; PRADA E SILVA, L.F. SIMPÓSIO INTERNACIONAL AVANÇOS EM TÉCNICAS DE PESQUISA EM NUTRIÇÃO DE RUMINANTES,3. Pirassununga, SP. p.14-45, 2011.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**, 2nd ed. Cornell University Press, Ithaca, N.Y. 1994.

VLAMING, J., N. LOPEZ-VILLALOBOS, I. BROOKES, S. HOSKIN AND H. CLARK.
Within-and between-animal variance in methane emissions in non-lactating dairy cows.
Australian Journal of Experimental Agriculture, v.48, p.124-127, 2008.

WESTBERG, H.H.; JOHNSON, K.A.; COSSALMAN, M.W.; MICHAL, J.J. **A SF6 tracer technique: methane measurement from ruminants**. Report, Revision 2. Pullman-Washington State University. p.40, 1998.