

LUCAS LADEIRA CARDOSO

**SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR TRATADA COM
ADITIVOS QUÍMICOS E MICROBIANOS:
COMPOSIÇÃO QUÍMICA E DESEMPENHO DE VACAS
EM LACTAÇÃO**

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*.

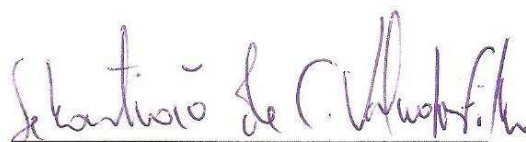
VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2013

LUCAS LADEIRA CARDOSO

**SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR TRATADA COM
ADITIVOS QUÍMICOS E MICROBIANOS: COMPOSIÇÃO
QUÍMICA E DESEMPENHO DE VACAS EM LACTAÇÃO**

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: 10 de dezembro de 2013.



Sebastião de Campos Valadares Filho



Rilene Ferreira Diniz Valadares



Odilon Gomes Pereira
(Coorientador)



Marcos Inácio Marcondes
(Coorientador)



Karina Guimarães Ribeiro
(Orientadora)

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

T

C268s
2013
Cardoso, Lucas Ladeira, 1988-
Silagem de cana-de-açúcar tratada com aditivos químicos e
microbianos : composição química e desempenho de vacas em
lactação / Lucas Ladeira Cardoso. – Viçosa, MG, 2013.
xi, 54 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Karina Guimarães Ribeiro.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Cana-de-açúcar - Silagem. 2. Leite - Composição.
3. Vaca - Registros de desempenho. I. Universidade Federal de
Viçosa. Departamento de Zootecnia. Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia. II. Título.

CDD 22 ed. 633.61

À Deus, aos meus pais e à todos aqueles que me apoiaram e torceram por mim.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por sempre ter se mostrado presente ao meu lado, me ajudando a superar minhas limitações e me encorajando para vencer os obstáculos.

À Universidade Federal de Viçosa, especialmente ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização deste curso.

À professora Karina Guimarães Ribeiro, pelos ensinamentos e orientação que permitiram o desenvolvimento deste trabalho. O apoio e palavras de encorajamento que me ajudaram e incentivaram nos momentos mais difíceis e por me ajudar a crescer não só a nível de conhecimento, mas também a outros níveis. O meu sincero, muito obrigado.

Ao professor Odilon Gomes Pereira, sempre pronto a ajudar, pela paciência em me ouvir, contribuindo muito pela concretização deste trabalho. Agradeço também, pelos ensinamentos que me proporcionou desde quando foi meu orientador de iniciação científica, e pela amizade.

Ao professor Marcos Inácio Marcondes pela grande ajuda e companheirismo, que se mostraram imprescindíveis. Pela acolhida na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão – Gado de Leite, que permitiu grande agregação de experiência prática e novos conhecimentos.

Ao Professor Sebastião de Campos Valadares Filho, que sempre se mostrou muito pronto a solucionar minhas dúvidas quando procurado. Ao qual tenho uma gratidão excepcional.

À Professora Rilene Ferreira Diniz Valadares, pela simpatia e disponibilidade para participar da minha banca de defesa.

Aos professores da Universidade Federal de Viçosa, em especial do Departamento de Zootecnia, pelos ensinamentos desde a graduação.

Aos meus pais e minha irmã, pela torcida e por serem meus pontos de apoio.

À minha família que sempre me incentivou, em especial à Vó Ninita pelo agradável convívio.

Aos estagiários do Setor de Forragicultura: Aline, Augusto, Paula, Rafael, em especial, Douglas e Felipe, pelo companheirismo, pela ajuda nos experimentos e auxílio nas análises laboratoriais.

Aos estagiários da Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão (Gado de Leite): Tadeu, Marcelo (Morcego), Alexandre, Anderson, Aline, Daniel, Bruno (Brunão), Nathalia, Letícia, Alex, Nayara, Marcos Tadeu, Júlia, Jovana e Priscila, pela ajuda,

principalmente no experimento com animais e por tornar a convivência diária tão divertida e animada.

Aos amigos da Pós graduação: Geraldo, Manoel, Thiago (Timão), Wender (Goiano), Leidy, Lilian, Leandro, Mariele, Vanessa, Juliana, pelas valiosas contribuições. De maneira especial, ao Geraldo que praticamente realizamos juntos nossos experimentos, tendo se mostrado grande companheiro. E à Lilian e Leidy, que me incentivaram à todo momento e sempre se mostraram muito prontas a ajudar.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia: Nataniel (Pum), Joécio, José Geraldo e meu pai, Marcelo Cardoso, que sempre se mostraram prontos a contribuir.

Ao Raimundo pelo agradável convívio no Laboratório de Forragicultura e aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal: Monteiro, Mário, Valdir, Wellington, Vera, Plínio e Fernando pelo auxílio nas análises.

Aos funcionários da Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão (Gado de Leite): Gaguinho, Zé Mariz, Leonardo, Paulinho, José Antonio e demais funcionários, pelo importante apoio durante a condução do experimento.

Aos demais funcionários do Departamento de Zootecnia pela convivência e presteza.

Ao Wellington Oliveira, representante da empresa Matsuda pela doação dos inoculantes microbianos utilizados nos estudos.

À todos que direta ou indiretamente contribuíram para realização desse trabalho.

BIOGRAFIA

LUCAS LADEIRA CARDOSO, filho de Carlos Marcelo Cardoso e Neuza Maria Ladeira Cardoso, nasceu em Viçosa, Minas Gerais, em 15 de julho de 1988.

Em março de 2007, ingressou no Curso de Graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa – MG, colando grau em 27 de janeiro de 2012.

Em março de 2012, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa – MG, concentrando seus estudos na área de Forragicultura e Pastagens, submetendo-se à defesa de tese em 10 de dezembro de 2013.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	x
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	4

Capítulo 1 – Composição química, população de microrganismos, perfil fermentativo e recuperação de matéria seca de silagem de cana-de-açúcar tratada com aditivos químicos e microbianos

Resumo	6
Abstract	8
Introdução	10
Material e métodos	12
Resultados e discussões	16
Conclusão	23
Referências bibliográficas	23

Capítulo 2 – Produção de leite de vacas em lactação alimentadas com silagem de milho, cana-de-açúcar in natura e silagem de cana-de-açúcar tratada ou não com inoculantes microbianos

Resumo	30
Abstract	32
Introdução	34
Material e métodos	35
Resultados e discussões	42
Conclusão	50
Referências bibliográficas	50

RESUMO

CARDOSO, Lucas Ladeira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2013. **Silagem de cana-de-açúcar tratada com aditivos químicos e microbianos: composição química e desempenho de vacas em lactação.** Orientadora: Karina Guimarães Ribeiro. Coorientadores: Marcos Inácio Marcondes e Odilon Gomes Pereira.

Foram conduzidos dois experimentos para avaliação de silagens de cana-de-açúcar. O experimento 1 foi realizado objetivando avaliar a composição química, a população de microrganismos, o perfil fermentativo e a recuperação de matéria seca. Os tratamentos utilizados foram: Silagem de cana-de-açúcar (SCA); Silagem de cana-de-açúcar com *Lactobacillus buchneri* (SCALB); Silagem de cana-de-açúcar com *Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus pentosaceus* (SCALPPP); Silagem de cana-de-açúcar com *Propionibacterium acidipropionici* e *Lactobacillus plantarum* (SCAPALP); Silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de cal (SCACaO0,5); Silagem de cana-de-açúcar com 1,0% de cal (SCACaO1,0); Silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia (SCAU0,5); Silagem de cana-de-açúcar com 1,0% de ureia (SCAU1,0). Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com oito tratamentos e quatro repetições, totalizando 32 unidades experimentais. A cana-de-açúcar foi picada e ensilada em baldes de 20 kg, contendo válvulas de Bunsen, abertos 180 dias após a ensilagem. Verificou-se que a cana-de-açúcar tratada com ureia aumentou acentuadamente os teores protéicos e reduziu os teores de NIDA na silagem, entretanto, os teores de nitrogênio amoniacal também foram incrementados. Os demais aditivos não proporcionaram efeitos benéficos na composição da silagem, exceto a cal a 0,5%, que reduziu o teor de FDN. A cal a 0,5% proporcionou maior produção de ácido láctico no material ensilado. Nenhum dos aditivos foi eficaz em aumentar a população de bactérias ácido lácticas ou diminuir a população de leveduras, assim como, não beneficiaram a recuperação de matéria seca nem o perfil de ácidos orgânicos em relação à silagem de cana-de-açúcar não aditivada. A adição de cal a 1% aumentou as produções de ácido propiônico e butírico. A inoculação com *Propionibacterium acidipropionici* e *Lactobacillus plantarum* aumentou o teor de etanol. Com base nos resultados obtidos, observou-se que as silagens estudadas apresentaram adequado perfil de fermentação, baixa população de leveduras e concentração de etanol e alta recuperação de matéria seca. No experimento 2, avaliou-se o consumo, a digestibilidade, a concentração da ureia no plasma sanguíneo, a excreção de ureia na urina, a eficiência microbiana, o ganho de peso médio diário, a produção e composição do leite de vacas da raça Holandês

alimentadas com cana-de-açúcar *in natura*, silagem de milho e silagem de cana-de-açúcar tratada ou não com inoculantes microbianos. As dietas utilizadas continham os seguintes volumosos: Silagem de milho (SM); Cana-de-açúcar *in natura* (CIN); Silagem de cana-de-açúcar (SCA); Silagem de cana-de-açúcar com *Lactobacillus buchneri* (SCALB) e Silagem de cana-de-açúcar com *Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus pentosaceus* (SCALPPP). Foram utilizadas quinze vacas da raça Holandês, alocadas em baias individuais e dispostas no delineamento em blocos casualizados, adotando-se a produção de leite como fator de controle local, com três repetições. As dietas isonitrogenadas foram formuladas para atender as exigências das vacas em lactação, para produção de 27 kg/dia, sendo que o consumo foi *ad libitum* e calculado de forma a permitir sobra de 10%. As médias foram comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa SAS. Verificou-se que os consumos de MS, MO, FDN e CNF, CMOD não diferiram entre si ($P>0,05$). O consumo de PB foi maior ($P>0,05$) para as dietas contendo silagens de cana-de-açúcar; o consumo de NDT foi maior ($P>0,05$) na dieta à base de silagem de milho. A dieta com silagem de milho apresentou valor mais elevado ($P>0,05$) de digestibilidade da MS e MO, em comparação às dietas com silagens de cana-de-açúcar. A digestibilidade da proteína bruta (PB) não apresentou diferenças ($P>0,05$) entre as dietas. A digestibilidade da FDNcp na dieta à base de silagem de milho foi superior ($P<0,05$) à das demais dietas, tendo a silagem de cana-de-açúcar com *Lactobacillus buchneri* apresentado o menor valor. Entre as dietas, observou-se menor ($P<0,05$) digestibilidade dos CNF para as dietas contendo cana-de-açúcar, em relação à de silagem de milho, sendo mais alta para silagem de cana-de-açúcar com *Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus pentosaceus*. Com relação aos parâmetros produtivos, não foram observadas diferenças ($P<0,05$) entre as dietas, produção de leite corrigida para 4% de gordura, gordura do leite, lactose do leite e extrato seco total, sendo constatado que houve menor produção de leite ($P<0,05$) para o tratamento SC em relação aos demais e maior teor de proteína bruta no leite ($P<0,05$) para a dieta com cana-de-açúcar *in natura* e menor teor para dieta com silagem de cana-de-açúcar tratada com *Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus pentosaceus*. Verificou-se diferença entre as dietas ($P<0,05$) para concentração de nitrogênio ureico do plasma (NUP), tendo a dieta à base de silagem de cana-de-açúcar apresentado valor superior às demais dietas, enquanto na cana-de-açúcar *in natura* foi detectado menor valor em relação aos outros. Com relação ao nitrogênio ureico da urina (NUU) e eficiência microbiana (EFMIC), constatou-se não ter ocorrido diferença entre as dietas ($P>0,05$). O ganho médio diário (GMD) não apresentou diferença ($P>0,05$) entre as dietas.

Concluiu-se que dietas com 60% de concentrado adicionado à silagem de cana-de-açúcar podem permitir às vacas suportarem produção média de 25,8 kg/dia de leite, semelhante a outras fontes volumosas tradicionalmente usadas como a silagem de milho e a cana-de-açúcar *in natura*.

ABSTRACT

CARDOSO, Lucas Ladeira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, December, 2013. **Silage cane sugar treated with chemical additives and microbiological and performance of dairy cows with silages with additives.** Adviser: Karina Guimarães Ribeiro. Co-advisers: Marcos Inácio Marcondes e Odilon Gomes Pereira.

This study was conducted based on two experiments. The first experiment was conducted to evaluate the chemical composition, the population of microorganisms, fermentation pattern and dry matter recovery of the following treatments: 1- Silage cane sugar; 2- Silage cane sugar with *Lactobacillus buchneri*, 3- Silage cane sugar with *Lactobacillus plantarum* and *Pediococcus pentosaceus*; 4- Silage cane sugar with *Propionibacterium acidipropionici* and *Lactobacillus plantarum*; 5- Silage cane sugar with 0.5% lime (CaO); 6- Silage cane sugar with 1.0% lime (CaO); 7- Silage cane sugar with 0.5% urea, 8- Silage cane sugar with 1.0% urea. We used completely randomized design with eight treatments and four replications, totaling 32 experimental units. The sugar cane was chopped and ensiled in 20 kg buckets containing Bunsen valves, open 180 days after ensiling. It was found that the sugar cane treated with urea markedly increased the protein levels and reduced levels of NIDA in silage, however, the concentration of nitrogen ammonia were also increased. The other additives provided no beneficial effects on silage composition, except the lime 0.5%, which reduced the NDF. The 0.5% lime produced higher lactic acid in silage. None of the additives was effective in increasing the population of lactic acid bacteria and decrease the population of yeast, like, did not benefit the recovery of dry matter or organic acid profile in relation to silage cane sugar without additives. The addition of 1% lime increased the yields of propionic acid and butyric acid. The inoculation *Lactobacillus plantarum* and *Propionibacterium acidipropionici* increased the ethanol content. Based on these results, it was observed that the silage is showed adequate fermentation profile, low population of yeast and high concentrations of ethanol and dry matter recovery. In experiment 2 was to evaluate the intake, digestibility, concentration of urea in blood plasma, the excretion of urea in urine, microbial efficiency, the average daily weight gain, yield and composition of milk from Holstein cows fed sugar cane sugar fresh, corn silage and cane sugar silages treated or not with microbial inoculants. The diets contained the following bulky: Corn silage, Sugarcane fresh; Silage cane sugar; Silage cane sugar with *Lactobacillus buchneri* and Silage of cane sugar with *Lactobacillus plantarum* and *Pediococcus pentosaceus*. Were used fifteen Holstein cows, allocated to individual pens and arranged in randomized block design, adopting milk production as

factor of local control with three replications. Isonitrogenous diets were formulated to meet the requirements of lactating cows to produce 27 kg/day, whereas consumption was ad libitum and calculated to allow plenty of 10%. Means were compared by Tukey test at 5 % probability , using the SAS program. It was found that the intake of DM , OM, NDF and NFC did not differ ($P>0.05$). The CP intake was higher ($P>0.05$) for diets containing silages cane sugar, the TDN intake was higher ($P>0.05$) in the diet based on corn silage. The diet with corn silage had a higher value ($P>0.05$) digestibility of DM and OM compared to diets with silage cane sugar. The digestibility of crude protein (CP) did not differ ($P>0.05$) between diets. The digestibility of NDF in the diet based on corn silage was higher ($P<0.05$) than the other diets and silage cane sugar with *Lactobacillus buchneri* submitted the lowest. Among the diets had a lower ($P<0.05$) digestibility of NFC for diets containing cane sugar, compared to corn silage, being higher for silage cane sugar with *Lactobacillus plantarum* and *Pediococcus pentosaceus*. With respect to production parameters, no differences ($P<0.05$) were observed between diets for milk production, milk production corrected to 4% fat, milk fat, milk lactose and total solids, and found that there was less milk production ($P<0.05$) for treatment SC in relation to others, and higher crude protein content in milk ($P<0.05$) for the diet with cane sugar and less fresh content for silage diet with cane sugar treated with *Lactobacillus plantarum* and *Pediococcus pentosaceus*. There was difference between diets ($P<0.05$) concentrations of blood urea nitrogen (BUN) , and the diet of silage cane sugar made superior value to the other diets , while the cane sugar was detected in natura lower value compared to others. With respect to nitrogen urea urine (NUU) and microbial efficiency (EFMIC), it was found not to have been no difference between diets ($P>0.05$). The average daily gain (ADG) did not differ ($P>0.05$) between diets. It was concluded that diets with 60% concentrate added to sugar cane silage may allow cows to withstand average production of 25.8 kg / day of milk, similarly to other bulky sources traditionally used as silage corn and sugar cane fresh.

INTRODUÇÃO GERAL

A cana-de-açúcar pode constituir um recurso forrageiro utilizado principalmente no período seco do ano, quando atinge sua maturidade e apresenta maior valor nutritivo, em decorrência do acúmulo de açúcares em seus colmos, tornando-se interessante alternativa para minimizar o problema da estacionalidade de produção de forragem em países de clima tropical. Contudo, a utilização da cana-de-açúcar *in natura* em larga escala, apresenta algumas restrições como a necessidade do corte diário e a baixa qualidade nutricional, que é limitada pelos baixos teores de proteína e pela fibra de baixa digestibilidade (Barbosa et al., 2006). Nesse contexto, a ensilagem da cana-de-açúcar é uma opção que facilita e maximiza a mão-de-obra nas fazendas e permite melhor logística para sua utilização.

Santos et al. (2008), avaliaram tratamento sem aditivo (controle) contendo *Lactobacillus buchneri*, óxido e carbonato de cálcio em doses de 1,0 e 1,5% da massa verde e sulfato de cálcio a 1,0% da massa verde, diluídos em 40 litros de água por tonelada de forragem. Com relação aos aditivos químicos utilizados durante o processo de ensilagem da cana-de-açúcar, verificaram que a adição de cal virgem promoveu silagens com maiores valores de pH, porém, com maiores concentrações de ácido lático em relação ao tratamento controle. Segundo os autores, o efeito tamponante dos aditivos fez com que houvesse estímulo para maior intensidade de conversão dos carboidratos solúveis em ácido lático. Além disso, as silagens tratadas com o agente alcalinizante apresentaram menores concentrações de etanol, maiores recuperações de carboidratos solúveis e menores perdas de gases e de matéria seca, sugerindo efeito inibidor do aditivo ao crescimento de leveduras.

Duas variedades de cana-de-açúcar hidrolisadas com 0; 0,5 e 1% de cal, ensiladas e armazenadas durante sessenta dias, foram estudadas por Oliveira et al. (2007), que concluíram que a hidrólise da cana-de-açúcar com cal microprocessada aumentou a digestibilidade *in vitro* da matéria seca e da lignina, e reduziu as digestibilidades da fibra em detergente neutro e da fibra em detergente ácido. Além disso, observaram que o nível de 1,0% foi mais eficiente em melhorar a digestibilidade da cana.

A ureia, outro aditivo químico, pode melhorar a composição química de silagens de cana-de-açúcar, diminuindo a população de leveduras e mofos e reduzindo a produção de etanol e as perdas de MS e de carboidratos (Santos et al., 2008). No

entanto, a adição deste aditivo resulta em silagens com pH mais elevado, devido seu efeito tamponante (Sousa et al., 2008). No estudo de Junqueira et al. (2006), foi observado nos tratamentos com ureia diminuição da produção de etanol em relação ao tratamento controle, sem aditivo.

Segundo Gentil et al. (2007), a inclusão da ureia durante a ensilagem da cana-de-açúcar, além do papel fungistático, propicia melhor padrão fermentativo, e, em doses adequadas, corrige o baixo teor de proteína bruta encontrada na cana-de-açúcar. Além disso, a adição de ureia pode causar ruptura de algumas ligações ésteres entre os carboidratos estruturais, elevando a digestibilidade do material ensilado (Bolsen et al., 2000).

Registra-se, na literatura, níveis entre 0,5% e 1,0% de ureia, na matéria natural, na ensilagem da cana-de-açúcar, como adequados para reduzir as perdas fermentativas (Andrade & Ferrari Jr., 2003; Schmidt et al., 2004; Siqueira et al., 2004; Pedroso et al. 2005). Níveis maiores de ureia não têm sido recomendados, devido ao fato de exercerem efeito tampão, o que não seria desejável ao processo de fermentação, além de aumentarem o custo de produção da silagem (Gentil et al., 2007).

Além dos aditivos químicos, os aditivos microbianos também podem ser utilizados com o intuito de beneficiar o processo de fermentação. O inoculante microbiano mais utilizado para cana-de-açúcar é o *Lactobacillus buchneri*, que tem sido descrito como boa opção de aditivo, principalmente por promover maior estabilidade aeróbia do material ensilado. Conforme Queiroz et al. (2008), essas bactérias produzem ácido acético e lático, mas não produzem etanol, devido à ausência da enzima acetaldéido desidrogenase. Kleinschmit e Kung (2006), registraram que o uso do *Lactobacillus buchneri* promoveu diminuição do pH, da concentração de ácido lático e do número de leveduras, bem como elevou a concentração de ácido acético e promoveu maior estabilidade das silagens inoculadas. Mendes et al. (2008) concluíram que a adição do *Lactobacillus buchneri* melhora a eficiência do processo de ensilagem da cana-de-açúcar, pois reduz as perdas de matéria seca e mantém o pH constante durante o período de aerobiose, promovendo maior estabilidade aeróbia do material ensilado.

No estudo de Schmidt et al. (2007) foram avaliados os efeitos de aditivos na ensilagem de cana-de-açúcar, utilizando novilhos da raça Nelore providos de cânula ruminal, alimentados com dietas com 65% de volumoso com base na matéria seca. Os tratamentos avaliados foram: cana-de-açúcar sem aditivos; cana-de-açúcar + 0,5% ureia; cana-de-açúcar + 0,1% de benzoato de sódio; cana-de-açúcar inoculada com

Lactobacillus plantarum e cana-de-açúcar inoculada com *Lactobacillus buchneri*. Os autores concluíram que o uso de aditivos na ensilagem de cana-de-açúcar promoveu pequenas alterações na degradabilidade ruminal da MS das silagens e não afetou a degradabilidade dos componentes da parede celular.

Utilizando diferentes doses de inoculante microbiano contendo *Propionibacterium acidipropionici*, Monção et al. (2012) avaliaram os seguintes tratamentos à base de silagem de cana-de-açúcar: controle (sem aditivo); $5,0 \times 10^4$ UFC/g de massa ensilada; $1,0 \times 10^5$ UFC/g de massa ensilada; $2,5 \times 10^5$ UFC/g de massa ensilada; $5,0 \times 10^5$ UFC/g de massa ensilada e $1,0 \times 10^6$ UFC/g de massa ensilada. Os autores concluíram que o aditivo não atuou de forma eficiente no controle de perdas fermentativas, pH e população microbiana de leveduras. Freitas et al. (2006), também não recomendaram a utilização de inoculantes contendo *Lactobacillus plantarum* e *Lactobacillus buchneri* na ensilagem da cana-de-açúcar, pois nenhuma melhoria foi observada na composição química ou no perfil de fermentação das silagens.

O desempenho de vacas da raça Holandês, com produção média de leite de 24,9 kg/dia, recebendo rações contendo diferentes fontes de volumosos: cana-de-açúcar *in natura*; silagem de cana-de-açúcar inoculada com *Lactobacillus buchneri*; silagem de milho e mistura de silagem de milho e de cana-de-açúcar *in natura* na proporção 50:50, foi avaliada por Queiroz et al. (2008). Os resultados de desempenho indicaram diferenças na ingestão de MS, com maiores valores observados para a silagem de cana-de-açúcar e a mistura cana-de-açúcar mais silagem de milho. Todos os tratamentos resultaram em produções elevadas de leite (22,6 kg/dia), os quais não diferiram entre si. A composição do leite variou somente para o teor de gordura, sendo maior para a silagem de milho e sua mistura com cana. A silagem de cana-de-açúcar apresentou-se como alternativa interessante frente à cana-de-açúcar *in natura*, sendo que ambas podem proporcionar elevadas produções de leite, desde que as rações sejam corretamente balanceadas.

Tendo em vista a existência de poucos trabalhos relatados na literatura brasileira, foram realizados dois experimentos, um com o objetivo de avaliar o perfil fermentativo, composição bromatológica, perdas por gases e efluente e recuperação de matéria seca em silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e microbianos e outro objetivando-se avaliar o consumo e a produção de vacas de média/alta produção alimentadas com silagens de cana-de-açúcar utilizando aditivos microbianos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, J.B.; FERRARI JUNIOR, E. Composição química da silagem de cana-de-açúcar tratada com ureia e diferentes doses de hidróxido de sódio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria, **Anais...** Santa Maria: SBZ, 2003, 1 CD-ROM.
- BARBOSA, M.H.P.; SILVEIRA, L.C.I. Cana-de-açúcar: Variedades, estabelecimento e manejo. In: Simpósio sobre Manejo Estratégico da Pastagem. 3, Viçosa, 2006. **Anais...** Viçosa, UFV, 2006.
- BOLSEN, K.K.; WILKINSON, M.; LIN, C.J. Biotechnology in the feed industry: evolution of silage and silage inoculants. In: ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM, 16, 2000, Nottingham. **Proceedings...** Nottingham: Nottingham University Press, 2000. P. 35.
- DRIEHUIS, F., VAN WIKSELAAR, P.G. In: WORKSHOP. A Regulation of silage fermentation, XII th INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, Uppsala, SWEDEN, **Proceedings...** Uppsala, 1999. P. 133-134.
- FREITAS, A.W.P.; PEREIRA, J.C.; ROCHA, F.C.; DETMANN, E.; RIBEIRO, M.D.; COSTA, M.G.; LEONEL, F.P. 2006. Características da silagem de cana-de-açúcar tratada com inoculante bacteriano e hidróxido de sódio e acrescida de resíduo da colheita de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.48-59, 2006.
- GENTIL, R. S.; PIRES, A.V. ; SUSIN, I. et al. Digestibilidade aparente de dietas contendo silagem de cana-de-açúcar tratada com aditivo químico ou microbiano para cordeiros. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 29, n. 1, p. 63-69, 2007.
- JUNQUEIRA, M.C. **Aditivos químicos e inoculantes microbianos em silagens de cana-de-açúcar: perdas na conservação, estabilidade aeróbia e o desempenho de animais.** 2006. 96p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- KLEINSCHMIT, D.H.; KUNG JR., L. A meta-analysis of the effects of *Lactobacillus buchneri* on the fermentation and aerobic stability of corn and grass and small-grain silages. **Journal of dairy Science**, v.89, p.4005-4013, 2006.
- MAGALHÃES, A.L.R.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: desempenho e viabilidade econômica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1292-1302, 2004.
- MENDES, C.Q.; SUSIN, I.; NUSSIO, L.G.; PIRES, A.V.; RODRIGUES, G.H.; URANO, F.S. Efeito do *Lactobacillus buchneri* na fermentação, estabilidade aeróbia e no valor nutritivo de silagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.2191-2198, 2008.

MONÇÃO, V.D.; CAMPOS, A.F.; ROTH, M.T.P.; OLIVEIRA, L.M.; RESENDE F.D.; SIQUEIRA, G.R.. Perdas fermentativas e população microbiana de leveduras da silagem de cana-de-açúcar inoculada com diferentes doses de *Propionibacterium acidipropionici*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49., 2012, Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 2012.

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

PEDROSO, A.F., NUSSIO, L.G., PAZIANI, S.F., LOURES, D.R.S., IGARASI, M.S., COELHO, R.M., PACKER, I.H., HORII, J. E GOMES, L.H. 2005. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agricola**. 62: 427-432.

PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; LOURES, D.R.S. et al. Efeito do tratamento com aditivos químicos e inoculantes bacterianos nas perdas e na qualidade de silagens de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.558-564, 2007.

QUEIROZ, O.C.M.; NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P.; RIBEIRO, J.L.; SANTOS, M.C.; ZOPOLLATTO, M. Silagem de cana-de-açúcar comparada a fontes tradicionais de volumosos suplementares no desempenho de vacas de alta produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.358-365, 2008.

SANTOS, M.C., NUSSIO, L.G., MOURÃO, G.B., SCHMIDT, P., MARI, L.J. E RIBEIRO, J.L. 2008. Influência da utilização de aditivos químicos no perfil da fermentação, no valor nutritivo e nas perdas de silagens de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 37: 1555-1563.

SCHMIDT, P. NUSSIO, C.M.; RODRIGUES, A.A.; NUSSIO, L.G.; SANTOS, P.M.; SILVA, C.E. Produtividade, composição morfológica, digestibilidade e perdas no processo de ensilagem de duas variedades de cana-de-açúcar, com e sem adição de ureia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. 1 CD-ROM.

SCHMIDT, P., MARI, L.J., NUSSIO, L.G., PEDROSO, A. F., PAZIANI, S.F. E WECHSLER, F.S. 2007. Aditivos químicos e biológicos na ensilagem de cana-de-açúcar. 1. Composição química das silagens, ingestão, digestibilidade e comportamento ingestivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 36: 1666- 1675.

SIQUEIRA, G.R.; BERNARDES, T.F.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; REIS, R.A.; PIRES, A.J.V.; ROTH, A.P.T. Inoculantes microbiológicos e aditivos químicos na fermentação e estabilidade aeróbia das silagens de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) crua e queimada. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. 1 CD-ROM.

SOUSA, D.P.; MATTOS, W.R.S.; NUSSIO, L.G. et al. Efeito de aditivo químico e inoculantes microbianos na fermentação e no controle da produção de álcool em silagens de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p.1564-1572, 2008.

Capítulo 1: Composição química, população de microrganismos, perfil fermentativo e recuperação de matéria seca de silagem de cana-de-açúcar tratada com aditivos químicos e microbianos

Resumo – Objetivou-se avaliar o perfil fermentativo, composição bromatológica, perdas por gases e efluentes e recuperação de matéria seca em silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e microbianos. Os tratamentos consistiram de Silagem de cana-de-açúcar (SCA); Silagem de cana-de-açúcar com *Lactobacillus buchneri* (SCALB); Silagem de cana-de-açúcar com *Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus pentosaceus* (SCALPPP); Silagem de cana-de-açúcar com *Propionibacterium acidipropionici* e *Lactobacillus plantarum* (SCAPALP); Silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de cal (SCACaO0,5); Silagem de cana-de-açúcar com 1,0% de cal (SCACaO1,0); Silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia (SCAU0,5); Silagem de cana-de-açúcar com 1,0% de ureia (SCAU1,0). Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado, com oito tratamentos e quatro repetições, sendo os inoculantes aplicados durante à ensilagem. A cana-de-açúcar foi picada e ensilada em baldes de 20 kg, contendo válvulas de Bunsen, abertos 180 dias após a ensilagem. Observou-se que a cana-de-açúcar tratada com ureia aumentou acentuadamente os teores protéicos e reduziu os teores de NIDA na silagem, entretanto, os teores de nitrogênio amoniacal também foram incrementados ($P < 0,05$). Os demais aditivos não proporcionaram efeitos benéficos na composição da silagem, exceto a cal a 0,5%, que reduziu o teor de FDN (64,3% MS). 0,5% de cal e 0,5% de ureia, promoveram menores perdas por gases (5,8 e 5,6, respectivamente) em relação à adição de *Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus pentosaceus* na silagem de cana-de-açúcar (9,8% MS). A produção média de efluente não foi afetada pelos tratamentos ($P < 0,05$), mas pode ser considerada alta quando comparada aos padrões normais. Maior recuperação de matéria seca foi observada nas silagens controle (87,2%) e SCSCaO0.5 (87,2%), em comparação à silagem com SCSLPPP (81,9%). O SCSCaO0.5 também promoveu a maior produção de ácido láctico (9,21% MS). A adição de cal a 1% aumentou as produções de ácido propiônico e butírico. Verificou-se que a inoculação com *Lactobacillus plantarum* e *Propionibacterium acidipropionici* aumentou o teor de etanol (3,55% MS), e a menor concentração de etanol foi observada em SCSCaO0.5 (0,69% MS). A população de leveduras foi inferior em SCSU1.0 (1,4 log UFC/g), em comparação àquela com SCSLPPP (4,6 log UFC/g), porém, ambas não diferiram do

tratamento controle (3,9 UFC/g), portanto, nenhum dos tratamentos foi efetivo no controle das leveduras. Não foram detectadas populações de enterobactérias, nem de fungos nas silagens. Conclui-se que as silagens estudadas apresentam adequado perfil de fermentação, baixa população de leveduras e concentração de etanol e alta recuperação de matéria seca.

Palavras-chave: ácidos orgânicos, efluente, etanol, leveduras, nitrogênio amoniacal

Chapter 1: Chemical composition, microorganism population, fermentation profile and dry matter recovery of sugar cane silage treated with chemical additives and microbial

Abstract – The objective of this study was to evaluate the fermentation profile, bromatological composition, gas and effluent losses and recovery of dry matter in sugar cane silage treated with chemical and microbial additives. Treatments consisted of sugar cane silage (SCS); Sugar cane silage with *Lactobacillus buchneri* (SCSLB); Sugar cane silage with *Lactobacillus plantarum* and *Pediococcus pentosaceus* (SCSLPPP); Sugar cane silage with *Lactobacillus plantarum* and *Propionibacterium acidipropionici* (SCSLPPA); Sugar cane silage with 0.5% lime (SCSCaO0.5); sugar cane silage with 1.0% lime (SCSCaO1.0); Sugar cane silage with 0.5% urea (SCSU0.5); sugar cane silage with 1.0% urea (SCSU1.0). It was used a completely randomized design, with eight treatments and four replications, with inoculants before ensiling. The sugar cane was chopped and ensiled in 20 kg buckets containing Bunsen valves, and opened 180 days after ensiling. It was observed that sugar cane silage treated with urea markedly increased protein levels and reduced levels of insoluble nitrogen in acid detergent in the silage, however, the concentration of ammonia nitrogen were also increased ($P < 0.05$). Others additives provided no beneficial effects on composition, except lime 0.5%, which reduced the NDF content (64.3% DM). Lime 0.5% and urea 0.5% promoted minor gases losses (5.8 and 5.6, respectively) in relation to the addition of *Lactobacillus plantarum* and *Pediococcus pentosaceus* in the sugar cane silage (9.8% DM). The effluent average production was not affected by treatments ($P > 0.05$), but it can be considered high when compared to standard patterns. Higher dry matter recovery was observed in the control silage (87.2%) and SCSCaO0.5 (87.2%) compared with SCSLPPP silage (81.9%). The SCSCaO0.5 also promoted increased production of lactic acid (9.21% DM). The addition of 1% lime increased production of propionic and butyric acid. It was found that inoculation with *Lactobacillus plantarum* and *Propionibacterium acidipropionici* increased ethanol content (3.55% DM), and the lowest concentration ethanol was observed in SCSCaO0.5 (0.69% DM). Yeast population was lower in SCSU1.0 (1.4 log cfu/g) compared to SCSLPPP (4.6 log cfu/g), but both did not differ from control (3.9 cfu/g), therefore none of the treatments was effective in controlling yeast. No enterobacteria or fungi were detected in the silages. It is concluded that silages studied presented appropriate profile for fermentation, low

yeast population concentration, high ethanol concentration and high recovery of dry matter.

Keywords: ammonia nitrogen, effluent, ethanol, organic acids, yeast

Introdução

Segundo Driehuis & Van Wixselaar (1999), a principal limitação para ensilagem da cana-de-açúcar é a elevada população de leveduras epífitas, que favorecem a fermentação alcoólica no material ensilado, causando depreciação da qualidade final da silagem.

Para melhorar o padrão de fermentação e a conservação de silagens de cana-de-açúcar, tem sido empregado o uso de aditivos químicos e microbianos, com o objetivo de promover o desenvolvimento dos microrganismos benéficos, como as bactérias produtoras de ácido láctico, e a inibição dos indesejáveis, como as leveduras, que constituem um problema nesse tipo de silagem. Apesar da crescente demanda de informações sobre a ensilagem de cana-de-açúcar, observa-se reduzido desenvolvimento científico em relação ao uso de aditivos que proporcionem diminuição das perdas de matéria seca e melhoria do valor nutritivo da forragem ensilada (Pedroso et al., 2007).

Durante o processo de ensilagem da cana-de-açúcar, Santos et al. (2008) avaliaram os aditivos *Lactobacillus buchneri*, óxido e carbonato de cálcio, em doses de 1,0 e 1,5% da massa natural, e sulfato de cálcio a 1,0% da massa natural, e verificaram que a adição de cal microprocessada promoveu silagens com maiores valores de pH, porém, com maiores concentrações de ácido láctico em relação ao tratamento controle. Segundo os autores, o efeito tamponante desse aditivo estimulou a conversão dos carboidratos solúveis em ácido láctico, diminuiu a concentração de etanol e promoveu menores perdas de gases e de matéria seca, sugerindo efeito inibidor do aditivo ao crescimento de leveduras.

Outro aditivo químico, a ureia, pode melhorar a composição química de silagens de cana-de-açúcar, diminuindo a população de leveduras e mofos e reduzindo a produção de etanol e as perdas de MS e de carboidratos (Santos et al., 2008). O efeito desse aditivo quando utilizado na silagem, envolve a sua transformação em amônia, a qual ao reagir com a água forma o composto hidróxido de amônio (NH₄OH), que estimula a elevação do pH, dificultando o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis (Kung Jr. et al., 2003). Além do papel fungistático, a ureia propicia melhor padrão fermentativo, e, em doses adequadas, corrige o baixo teor de proteína bruta encontrada na cana-de-açúcar (Gentil et al., 2007).

De forma similar aos aditivos químicos, os aditivos microbianos também podem ser utilizados com o intuito de beneficiar o processo de fermentação. Conforme Kung Jr. (2001), os inoculantes microbianos podem ser caracterizados como estimulantes da fermentação nas silagens, agindo por meio de adição de culturas de microrganismos, e podem direcionar a fermentação e melhorar a característica nutricional da forragem ensilada. Esta classe de aditivos é a mais estudada e vem se desenvolvendo e aprimorando de forma mais rápida no mundo (Bernardes et al., 2007).

Segundo Zopollatto et al. (2009), os inoculantes microbianos usados como aditivos incluem bactérias homofermentativas, heterofermentativas, ou a combinação destas. Contudo, não tem se obtido resultados muito satisfatórios na literatura, sendo que os resultados positivos nos parâmetros fermentativos nem sempre ficaram evidentes e há controvérsias sobre o uso desses aditivos, em função de resultados inconstantes obtidos na sua utilização (Kung Jr. et al., 2003; Muck, 2010).

As bactérias heterofermentativas, como o *Lactobacillus buchneri*, são uma opção como aditivo, principalmente por promoverem maior estabilidade aeróbia. Kleinschmit e Kung (2006), registraram que o uso do *L. buchneri* promoveu diminuição de pH, da concentração de ácido lático e do número de leveduras, bem como elevou a concentração de ácido acético e promoveu maior estabilidade das silagens inoculadas. Vários autores observaram efeito do *L. buchneri* na redução das perdas de matéria seca e atribuíram isso ao possível controle da população de leveduras (Siqueira et al. 2007; Schmidt et al., 2008; Siqueira et al., 2009). A explicação do controle da população de leveduras pelo *L. buchneri* está fundamentada na elevação da concentração de ácido acético (Oude Elferink, 2001), que segundo Moon (1983) é um composto capaz de inibir o crescimento de leveduras.

Outro inoculante microbiano, que também vem sendo usado durante ensilagem da cana-de-açúcar é o *Propionibacterium acidipropionici*. Ao trabalhar com silagens de cana-de-açúcar inoculadas com diferentes doses de *Propionibacterium acidipropionici*, Monção et al. (2012) avaliaram as perdas por gases e por efluente e a recuperação de matéria seca, além de pH e população microbiana de leveduras. Assim, verificou-se que o aditivo microbiano à base de *Propionibacterium acidipropionici* não atuou de forma eficiente no controle de perdas de matéria seca, pH e população microbiana de leveduras. Freitas et al. (2006) não recomendaram a utilização dos inoculantes *Lactobacillus plantarum* e *Lactobacillus buchneri* na ensilagem da cana-de-açúcar, pois

nenhuma melhoria foi observada na composição química ou no perfil de fermentação das silagens.

Hipotetizamos que os aditivos químicos e microbianos melhoram a qualidade fermentativa e o valor nutricional da silagem de cana-de-açúcar, assim, objetivou-se, com este estudo, avaliar o perfil fermentativo, a composição bromatológica, as perdas por gases e efluente e a recuperação de matéria seca em silagens de cana-de-açúcar.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em área de campo da Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão – Gado de Leite, do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, localizada no município de Viçosa-MG, situada a 20^o e 45' de latitude sul, 42^o e 51' de longitude oeste e 640 m de altitude.

Antes do plantio, foi feita análise de amostras da camada de 20-40 cm do solo, no Laboratório de Fertilidade do Solo da Universidade Federal de Viçosa, obtendo-se os seguintes resultados: pH: 5,68; fósforo (P): 0,2 mg/dm³; potássio (K): 21 mg/dm³; soma de bases trocáveis (S): 1,91 cmol/dm³; capacidade de troca catiônica efetiva (t): 2,01 cmol/dm³; capacidade de troca catiônica a pH 7,0 (T): 4,61 cmol/dm³ e saturação por bases (V): 41,4%. No plantio, foi realizada adubação com 285 kg/ha da formulação NPK (08-28-16). A adubação de cobertura foi realizada quando as plantas estavam com aproximadamente 50 cm de altura, com 225 kg/ha da formulação NPK (20-0-20). Para o controle de plantas daninhas, foram aplicados os herbicidas DMA e Volcane, na proporção de 1,5 L/ha e 3 L/ha, respectivamente. O plantio foi feito por mudas, em covas de 30 a 40 cm de profundidade, com espaçamento entre linhas de 0,9 m. A cana-de-açúcar foi plantada em área de 0,4 ha e colhida em maio de 2012, sendo observada produtividade média de 80 t/ha de matéria fresca.

Os tratamentos estudados foram: Silagem de cana-de-açúcar (SCA); Silagem de cana-de-açúcar com *Lactobacillus buchneri* (SCALB); Silagem de cana-de-açúcar com *Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus pentosaceus* (SCALPPP); Silagem de cana-de-açúcar com *Propionibacterium acidipropionici* e *Lactobacillus plantarum* (SCAPALP); Silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de cal (SCACa00,5); Silagem de cana-de-açúcar com 1,0% de cal (SCACa01,0); Silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia (SCAU0,5); Silagem de cana-de-açúcar com 1,0% de ureia (SCAU1,0). Os inoculantes microbianos foram adicionados à forragem por ocasião da ensilagem, de acordo com as recomendações dos fabricantes, sendo o “SiloMax Centurium” (*Lactobacillus plantarum*

2,5 x 10¹⁰ UFC/g e *Pediococcus pentosaceus* 2,5 x 10¹⁰ UFC/g) aplicado na proporção de 2 g por tonelada de material picado, diluídas em 2 L de água sem cloro; o “Silomax Cana” (*Lactobacillus buchneri* 2,5 x 10¹⁰ UFC/g) aplicado na proporção de 2 g por tonelada de material picado, diluídas em um 1 L de água sem cloro; o “Silomax Milho” (*Propionibacterium acidipropionici* > 3,0 x 10¹⁰ UFC/g e *Lactobacillus plantarum* > 3,0 x 10¹⁰ UFC/g) aplicado na proporção de 2,5 g por tonelada de material picado, diluídas em 1 L de água sem cloro. Para aspersão da solução com inoculante, foi utilizado pulverizador manual, pulverizando-se a solução homogênea e uniformemente. A mesma quantidade de água utilizada nas diluições dos inoculantes microbianos foi aspergida no tratamento sem inoculante e nos tratamentos com aditivos químicos. O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado, com oito tratamentos e quatro repetições, totalizando 32 unidades experimentais.

Antes da aplicação dos aditivos e da ensilagem, foram colhidas amostras da cana-de-açúcar para análise do tamanho médio de partículas, conforme metodologia descrita por Kononoff & Heinrichs (2003), e determinação da capacidade tampão, segundo metodologia descrita por Playne & McDonald (1966).

Foram utilizados baldes plásticos com capacidade de 20 litros como silos experimentais, com tampas contendo válvulas de *Bunsen* para permitir o escape dos gases oriundos da fermentação. No fundo dos baldes, foram colocados 4 kg de areia seca, dentro de saco de tecido de algodão, evitando que a forragem entrasse em contato com a areia, permitindo a drenagem do efluente, como demonstrado na Foto 1.



Foto 1 – Balde antes do enchimento

Antes do enchimento dos baldes, foi tomado o peso do conjunto balde + tampa + areia + pano. Em seguida, procedeu-se o enchimento dos mesmos, efetuando-se a

compactação da forragem com o auxílio dos pés. Os silos foram vedados com fita adesiva após a ensilagem, pesados e armazenados em área coberta, em temperatura ambiente, até o momento de abertura. A Foto 2 ilustra os baldes cheios e fechados.



Foto 2 – Baldes cheios e armazenados em área coberta

Decorridos 180 dias após o fechamento dos silos, procedeu-se a abertura dos mesmos, efetuando nesta oportunidade a pesagem dos baldes cheios e a pesagem do conjunto balde + tampa + areia + pano úmido, após a retirada da silagem. Em seguida, procedeu-se a homogeneização do material que estava ensilado e coletou-se amostras do meio para posteriores análises. Na Foto 3, verifica-se o momento em que os baldes foram abertos.



Foto 3 – Momento de abertura dos silos experimentais

As perdas de matéria seca nas silagens sob as formas de gases e efluente e a recuperação de matéria seca foram calculadas conforme as equações descritas por Jobim et al. (2007).

O grau Brix mede a quantidade de açúcares em uma solução, no presente estudo foi verificado o resultado de 19° BX (símbolo de Grau Brix), dessa forma, podemos dizer que existem 19 g de açúcares em 100 g de solução). Este foi determinado no sulco extraído por meio da moagem da cana-de-açúcar feita por engenho movido manualmente, com o uso de um refratômetro de campo (marca ATAGO modelo N-1α).

As populações microbianas foram quantificadas nas forragens antes da ensilagem e nas silagens, utilizando-se meios de cultura seletivos para cada grupo microbiano: MRS Ágar para as bactérias do ácido lático; Violet Red Bile para as enterobactérias e Batata Dextrose Ágar para fungos e leveduras, realizando-se o cultivo em placa de Petri. A quantificação dos grupos microbianos foi realizada a partir de 25 g de amostra de silagem de cada unidade experimental (silo), às quais foram adicionados 225 mL de solução tampão fosfato, obtendo-se a diluição de 10^{-1} . Em seguida, diluições sucessivas foram realizadas, variando de 10^{-3} a 10^{-7} , para as populações de bactérias ácido lácticas, e de 10^{-1} a 10^{-3} , para enterobactérias, fungos e leveduras. Foram consideradas para contagem as placas com valores entre 30 e 300 unidades formadoras de colônias (UFC).

Para determinar a composição bromatológica das silagens, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel, pesadas e levadas à estufa com circulação forçada de ar a 55° C, por 72 h, procedendo-se, logo após, a sua moagem em moinho tipo Wiley, em partículas de 1 mm. Nessas amostras, foram determinados os teores de matéria seca (MS); matéria orgânica (MO); proteína bruta (PB); fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDN_{CP}); fibra insolúvel em detergente ácido (FDA); nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDIN); nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) e lignina, segundo metodologia descrita por Detmann et al. (2012), utilizando-se, na análise de FDN_{CP}, amilase termoestável para solubilização de compostos amiláceos (Mertens, 2002).

Na mesma ocasião, foram colhidos 25 g de amostra de silagem, em cada silo, aos quais foram adicionados 100 mL de água destilada e homogeneizados em liquidificador industrial por 1 minuto, para leitura do pH no potenciômetro, e, em outros 25 g de silagem, foram adicionados 200 mL de solução de ácido sulfúrico 0,2N, deixando-se em repouso na geladeira por 48 h e, após filtragem em papel de filtro, o teor de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) foi dosado no filtrado, utilizando-se KOH a 2N, segundo Kung Jr. (1996), sendo expresso como porcentagem do nitrogênio total (N-NH₃/N-Total).

Os teores de carboidratos solúveis na planta e nas silagens foram quantificados segundo técnica de descrita por Silva e Queiróz (2002). Para determinação dos teores de ácidos orgânicos, foi preparado extrato, sendo a quantificação dos mesmos, realizada como descrito por Weiss (2001), tendo sido a matéria seca corrigida para perdas durante a secagem, conforme recomendado por Weissbach & Strubelt (2008).

Resultados e discussões

A cana-de-açúcar antes da ensilagem apresentou pequeno tamanho médio de partículas de 0,92 cm, baixa capacidade tampão de 3,2 e.mg de HCl/100 g de MS, grau Brix no valor de 19° e teores médios de MS, PB, NIDA, FDN e FDA de 27,1; 3,65; 6,78; 59,5 e 34,40%, respectivamente. Além disso, é planta rica em açúcares solúveis, encontrando-se média de 37,4%, segundo Valadares Filho et al. (2013). Foi quantificada, na cana-de-açúcar antes ensilagem, população de bactérias ácido lácticas (BAL) de 4,11 log ufc/g, população de enterobactérias de 5,21 log ufc/g e população de fungos + leveduras de 3,00 log ufc/g.

Na Tabela 1, são apresentados os resultados das variáveis analisadas nas silagens de cana-de-açúcar não tratada e tratadas com diferentes aditivos químicos e microbianos.

Tabela 1 – Teores (%) de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), nitrogênio insolúvel em detergente neutro em relação ao N total (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido em relação ao N total (NIDA), nitrogênio amoniacal em relação ao N total (NH₃/NT), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), potencial hidrogeniônico (pH), população de bactérias ácido lácticas (BAL), população de leveduras (LEV), perdas por gases e por efluente e recuperação de matéria seca (RMS) de silagens de cana-de-açúcar tratada com aditivos químicos e microbianos.

Item	Tratamento								Sig.	EPM
	SCA	SCALB	SCALPPP	SCAPALP	SCACaO0,5	SCACaO1,0	SCAU0,5	SCAU1,0		
MS (%)	26,6	25,9	25,1	25,8	26,5	26,2	25,4	26,0	Ns	0,14
MO (%MS)	92,7b	93,4ab	92,9b	92,9b	91,9c	89,8d	93,9a	93,9a	*	0,24
PB (%MS)	3,8c	3,7c	3,9c	3,8c	3,5c	3,7c	8,3b	14,4a	**	0,66
NIDN/N (%MS)	10,8b	11,7b	12,8b	11,9b	12,9b	15,9a	5,8c	2,8d	*	1,49
NIDA/N (%MS)	11,1a	12,2a	11,6a	12,0a	13,7a	12,5a	4,8b	3,8b	**	0,65
NH ₃ /NT (%MS)	4,5c	3,7c	4,8c	2,8c	1,2c	4,9b	32,4b	44,2a	**	2,83
FDN (%MS)	67,6abcd	69,1ab	70,1a	68,5abc	64,3e	66,1bcde	65,1de	65,4cde	**	0,41
FDA (%MS)	43,0ab	42,5ab	43,9a	43,8ab	41,6ab	43,5ab	41,3b	42,1ab	**	0,24
LIG (%MS)	5,0	4,2	4,3	4,8	4,9	5,4	4,0	4,5	Ns	0,13
pH	3,41c	3,37c	3,40c	3,41c	3,73b	4,36a	3,57bc	3,59bc	**	0,06
BAL (log ufc/g)	6,3ab	7,3a	7,1ab	4,9ab	7,8a	7,2ab	5,8ab	4,0b	*	0,47
LEV (log ufc/g)	3,9ab	3,0ab	4,6a	4,2ab	2,5ab	2,9ab	3,2ab	1,4b	**	0,36
Gases (%)	8,5ab	7,8ab	9,8a	6,7ab	5,8b	8,7ab	5,6b	6,0ab	*	0,55
Efluente (kg/t MN)	88,3	100,3	90,0	90,7	90,8	95,1	93,7	94,2	Ns	1,11
RMS (%)	87,2a	83,9ab	81,9b	84,7ab	87,2a	85,1ab	83,3ab	85,2ab	**	0,49

SCA: Silagem de cana-de-açúcar; SCALB: Silagem de cana-de-açúcar com *Lactobacillus buchneri*; SCALPPP: Silagem de cana-de-açúcar com *Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus pentosaceus*; SCAPALP: Silagem de cana-de-açúcar com *Propionibacterium acidipropionici* e *Lactobacillus plantarum*; SCACaO0,5: Silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de cal; SCACaO1,0: Silagem de cana-de-açúcar com 1,0% de cal; SCAU0,5: Silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia; SCAU1,0: Silagem de cana-de-açúcar com 1,0% de ureia.*Significativo a 5%; **Significativo a 1%; ns: não significativo.

O teor médio de matéria seca (MS) nas silagens de 25,9% é ligeiramente inferior àquele da ensilagem (27,1%), verifica-se que houve pequeno decréscimo. Isto pode ser atribuído às perdas de MS durante o processo de fermentação.

Os tratamentos contendo cal apresentaram teores de matéria orgânica inferiores aos demais. Tal resultado pode ser atribuído ao maior teor de matéria mineral na composição química do óxido de cálcio, que contém 94,1% de CaO (Ferrari Junior et al., 2009), entre outros minerais. Os maiores valores de MO foram visualizados ao utilizar ureia como aditivo.

Os teores de proteína bruta foram mais altos nas silagens tratadas com 0,5 e 1% de ureia, isto pode ser explicado pela adição de nitrogênio não protéico (NNP) e, portanto, na determinação do nitrogênio total, esses valores são computados como PB. Observa-se que o teor médio de PB das silagens não aditivadas com ureia (3,73%) foi tão baixo quanto o verificado na cana-de-açúcar antes da ensilagem (3,96%).

A adição de ureia, elevou o teor de PB como resultado da alta recuperação do nitrogênio aplicado, fato também observado por Roth et al. (2005), que avaliaram doses crescentes de ureia na ensilagem de cana-de-açúcar e encontraram elevação dos teores de proteína bruta nas silagens de cana-de-açúcar. Gentil et al. (2007) concluíram que a inclusão da ureia na ensilagem da cana-de-açúcar, além do papel fungistático, em doses adequadas, corrige o baixo teor de proteína bruta encontrada na cana-de-açúcar.

Visualizou-se que os teores de NIDN/N-Total das silagens tratadas com ureia foram inferiores aos obtidos com os demais tratamentos. Esse resultado é devido à inclusão nessas silagens de nitrogênio solúvel (ureia) e diluição do teor de NIDN. O nitrogênio retido nas fibras resulta da reação de Maillard, que proporciona complexação do nitrogênio com açúcares redutores e aumento da temperatura da massa ensilada (Van Soest 1994).

Os teores de nitrogênio insolúvel em detergente ácido em relação ao nitrogênio total (NIDA/N-Total) foram mais baixos quando a cana-de-açúcar foi tratada com 0,5 e 1,0% de ureia, em relação aos outros tratamentos, tendo apresentado menor valor do que o constatado na planta antes da ensilagem. Carvalho et al. (2006) também verificaram redução no teor de NIDA/N-Total com uso de ureia para tratamento do bagaço de cana-de-açúcar ensilado e justificaram que a adição de nitrogênio não protéico (NNP), em forma de ureia, aumentou o N total e promoveu a diluição do teor de NIDA.

Com relação ao teor de nitrogênio amoniacal (NH_3/NT), foram observados valores mais elevados nas silagens contendo ureia. Esses resultados já eram esperados, porém são elevados. Segundo Van Soest (1994), valores acima de 10% de NH_3/NT indicam que o processo de fermentação resultou em quebra excessiva de proteína em amônia.

O teor de FDN foi mais baixo na silagem tratada com 0,5% de CaO, em relação à silagem de cana controle, sendo todos os valores observados maiores que os da cana-de-açúcar antes da ensilagem. A adição desse aditivo pode reduzir os constituintes de parede celular por hidrólise alcalina e contribuir para a preservação de nutrientes solúveis, amenizando a perda de valor nutritivo durante a ensilagem e após a abertura do silo (Balieiro Neto et al., 2006). Avaliando o uso de aditivos alcalinos em silagem de cana-de-açúcar, Fortaleza et al. (2012) verificaram que o uso de aditivos químicos possibilitou obtenção de menores teores de FDN nas silagens e maiores valores para a degradabilidade potencial e efetiva dos componentes da parede celular deste volumoso, indicando que podem melhorar a composição química da cana-de-açúcar ensilada. Entretanto, não houve efeito benéfico da cal a 1% sobre o teor de FDN, comparando-se com a silagem controle.

Foi observado maior teor de FDA na cana-de-açúcar com 0,5% de ureia em relação àquela com *Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus pentosaceus*, tendo todas as médias se apresentado superiores à forrageira antes da ensilagem. Schmidt et al. (2007) também observaram menor teor de FDA em silagem tratada com 0,5% de ureia. Segundo Van Soest (1994), a fração fibrosa do material ensilado pode ser acrescida percentualmente em condições de intensa formação de efluente durante o processo fermentativo, no qual os componentes solúveis em água são reduzidos proporcionalmente ao aumento da fração menos solúvel, particularmente, os constituintes da parede celular.

Os teores de lignina obtidos foram baixos e estão abaixo da faixa obtida para a silagem da cana-de-açúcar que, é de 8,03, segundo Valadares Filho et al. (2013). De acordo com Klopfenstein (1980), o teor de lignina normalmente não é alterado pelo tratamento químico, mas a ação desse tratamento leva ao aumento da taxa de digestão da fibra, provavelmente devido à hidrólise das ligações entre as frações celulose e hemicelulose.

Os valores de pH, que variam de 3,37 (SCALB) a 4,36 (SCACaO1,0) podem ser considerados baixos, verificando-se que apesar do uso de alcalinizante, houve adequado

decréscimo de pH. De acordo com Pedroso et al. (2007), silagens de cana-de-açúcar tratadas com agentes alcalinizantes geralmente apresentam pH superior ao nível máximo considerado adequado à estabilização de forragens ensiladas. Schmidt et al. (2007) afirmaram que a variação entre os valores de pH encontrados nas silagens tem pouca importância biológica, uma vez que o pH não é o ponto crítico, nem o indicador de qualidade fermentativa em silagens de cana-de-açúcar, devido a produção de etanol por leveduras ocorrer mesmo sob pH inferior a 3,5 (McDonald et al., 1991). Santos et al. (2008) também verificaram que a maior dose de óxido de cálcio (CaO) resultou em silagem com elevado pH no momento da abertura. Cavali et al. (2010), ao adicionarem 1,0 e 1,5% de óxido de cálcio à silagem de cana-de-açúcar, observaram valores de pH de 4,3 e 4,8, respectivamente.

Segundo Muck (1996), o valor mínimo recomendado de bactérias ácido lácticas na silagem é de 5 log UFC/g. Assim, verifica-se que os tratamentos SCAPALP e SCAU1,0 proporcionaram populações abaixo da recomendada, por esse autor. Foi visualizada maior população de bactérias ácido lácticas na silagem com 0,5% de CaO em relação aquela com 1,0% de ureia, tendo somente este tratamento contendo ureia apresentado média menor em relação à contagem verificada na planta antes da ensilagem. Cavali et al. (2010), avaliaram cana-de-açúcar ensilada com diferentes níveis de óxido de cálcio, observaram aumento da população de BAL na massa ensilada e diminuição da quantidade de leveduras, indicando ter ocorrido boa fermentação.

A menor população de leveduras foi registrada na silagem com 1% de ureia, em comparação àquela com *Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus pentosaceus*, porém, ambas não diferiram do tratamento controle, portanto, nenhum dos tratamentos foi efetivo no controle das leveduras.

Não foram detectadas populações de enterobactérias, nem de fungos nas silagens.

Observou-se menores perdas por gases nos tratamentos contendo 0,5% de cal e 0,5% de ureia, em relação ao tratamento de cana-de-açúcar com *Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus pentosaceus*, entretanto, não diferiram das perdas por gases na silagem de cana não tratada. A perda por gases está diretamente relacionada com a ação de microrganismos sobre a massa ensilada, sendo que no caso específico da cana-de-açúcar estes microrganismos são principalmente leveduras. Segundo McDonald et al. (1991), a fermentação por leveduras gera gás CO₂, que é perdido durante o período de armazenamento.

A produção média de efluente de 92,9 kg/t MN pode ser considerada elevada. Isto pode ter sido ocasionado, devido ao baixo teor de MS da cana-de-açúcar à ensilagem (27,1%), ao pequeno tamanho de partícula (0,92 cm) e à elevada densidade da silagem (800 kg/t MN).

Maior recuperação de matéria seca (87,2%) foi observada nas silagens controle e naquela contendo cal a 0,5% de CaO, em relação à silagem com *Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus pentosaceus*.

As concentrações de etanol, ácidos lático (Ac. Lat), acético (Ac. Acet), propiônico (Ac. Propiônico) e butírico (Ac. Butírico) nos diferentes tratamentos são apresentadas na Figura 1. Houve efeito de tratamento ($P < 0,05$) para todos os ácidos orgânicos.

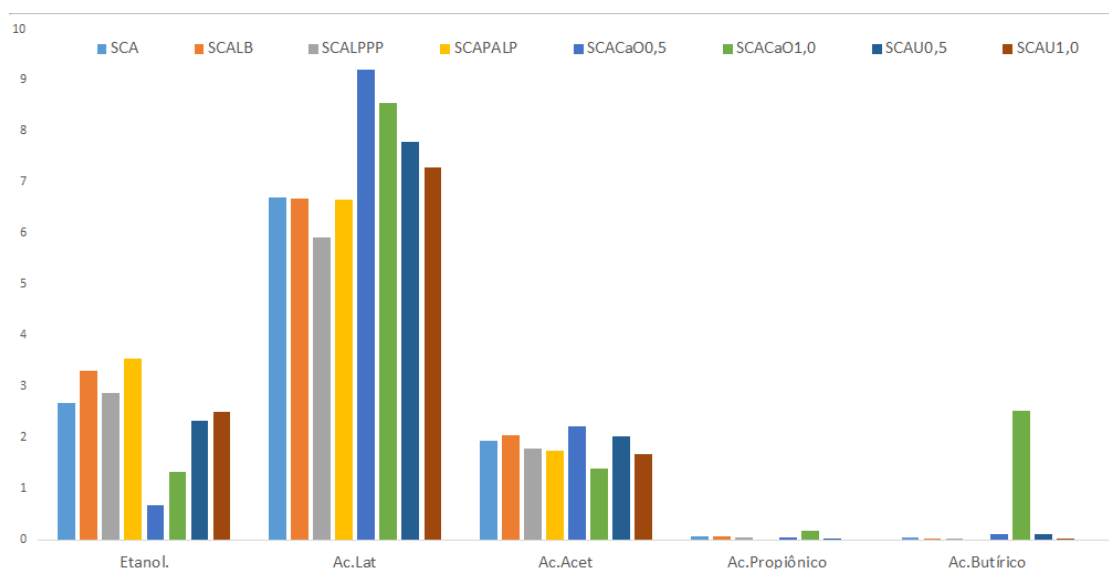


Figura 1 – Concentrações de etanol, ácidos lático (Ac. Lat), acético (Ac. Acet), propiônico (Ac. Propiônico) e butírico (Ac. Butírico) nos diferentes tratamentos.

SCA: Silagem de cana-de-açúcar; SCALB: Silagem de cana-de-açúcar com *Lactobacillus buchneri*; SCALPPP: Silagem de cana-de-açúcar com *Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus pentosaceus*; SCAPALP: Silagem de cana-de-açúcar com *Propionibacterium acidipropionici* e *Lactobacillus plantarum*; SCACaO0,5: Silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de cal; SCACaO1,0: Silagem de cana-de-açúcar com 1,0% de cal; SCAU0,5: Silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia; SCAU1,0: Silagem de cana-de-açúcar com 1,0% de ureia.

O teor de etanol foi maior para o tratamento contendo *Propionibacterium acidipropionici* e *Lactobacillus plantarum* em relação ao controle e demais tratamentos, o que pode indicar que este inoculante microbiano não foi eficaz em controlar a atividade das leveduras, principal agente com efeito maléfico na silagem de cana-de-açúcar. O mais baixo teor de etanol foi obtido nos tratamentos contendo 0,5 e 1,0% de cal, em relação ao tratamento controle. Entretanto, os valores encontrados foram

inferiores a outros relatados na literatura, que estão na faixa de 6,9 a 19,3% (Andrade et al., 2001; Bernardes et al., 2002; Pedroso et al., 2005; Freitas et al., 2006; Santos et al., 2010). Em vários trabalhos, observaram-se baixos teores de etanol nas silagens de cana-de-açúcar, e, segundo alguns autores, o etanol pode ter sido perdido por volatilização durante o processo de retirada da forragem dos silos (Pedroso et al., 2006; Queiroz et al., 2008 e Schmidt et al., 2007).

A fermentação alcoólica resulta da presença de leveduras que utilizam açúcares e ácido láctico, competidoras com as bactérias ácido lácticas no início do processo fermentativo. Ocorre, portanto, a produção de etanol, que não tem valor preservativo para a silagem e ainda provoca perdas de matéria seca (MS) e de energia (Woolford, 1984). De acordo com McDonald et al. (1991), a produção de etanol nas silagens pode acarretar perdas de até 48% da MS, sendo que a maior causa de perda de MS na silagem de cana-de-açúcar é a reação bioquímica da produção de etanol, em que a MS é catalisada via fermentação pelas leveduras, de modo que cada molécula de glicose fermentada gera duas moléculas de etanol, duas de dióxido de carbono e duas moléculas de água. Contudo nesse estudo, não observou-se maiores perdas de matéria seca para as silagens estudadas.

As silagens de cana-de-açúcar tratadas com cal apresentaram teores de ácido láctico superiores ao do tratamento controle, principalmente, o tratamento contendo cal a 0,5% que apresentou maior concentração em relação aos demais tratamentos utilizados, tendo sido constatado nesse, maior população de bactérias ácido lácticas (Tabela 1). Isto provavelmente se deve ao tamponamento dos ácidos produzidos pela fermentação que estimula maior conversão dos açúcares solúveis em ácido láctico, aumentando a concentração deste (Santos et al., 2008). Contudo, o valor encontrado para a silagem controle, 6,7% na matéria seca, pode ser considerado elevado.

Foi observado maior teor de ácido acético na silagem com 0,5% de cal. Altas concentrações de ácido acético podem indicar presença excessiva de oxigênio na massa ensilada, que viabiliza o desenvolvimento de enterobactérias e outras bactérias heterofermentativas produtoras de ácido acético e dificulta o desenvolvimento de bactérias produtoras de ácido láctico, que maximizam a acidificação do meio (Tomich et al., 2003), o que não foi constatado nesse estudo, com a utilização desse aditivo químico. Por sua vez, a presença de ácido acético que muitas vezes não é desejável, nas silagens de cana-de-açúcar tem papel importante em inibir o crescimento de leveduras, principal problema com esse tipo de silagem (Siqueira et. al, 2007). A presença de ácido

acético no tratamento contendo cal a 0,5% pode ter favorecido o controle da população de leveduras nessa silagem (Tabela 1).

Foi registrada maior produção de ácido propiônico na silagem com 1% de cal. No entanto, na silagem tratada com *P. acidipropionici* e *L. plantarum* não foi detectada presença do ácido propiônico, comportamento este não esperado, uma vez que espécies de *Propionibacterium* são precursoras desse ácido. Ressalta-se que a presença de ácido propiônico auxilia no controle de microrganismos indesejáveis, principalmente fungos, podendo dessa forma, favorecer melhor qualidade da silagem (Kung Jr., 2004).

Foi detectado maior teor de ácido butírico na silagem com cal a 1,0%. O ácido butírico reflete a influência da atividade clostridiana sobre a massa ensilada, considerada um dos principais indicadores negativos da qualidade do processo fermentativo, por apresentar perdas acentuadas de matéria seca e de energia da forragem original, sendo ainda positivamente correlacionada à redução da aceitação e do consumo animal (Tomich et al., 2003).

Segundo Mahanna (1994), para apresentar boa qualidade, uma silagem com teor de umidade acima de 65% deve conter de 6 a 8% de ácido láctico, tendo sido observado valor ligeiramente abaixo dessa média na silagem com *Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus pentasaceus*; menos de 0,1% de ácido butírico, sendo constatado valor superior a este na silagem com 1,0% de cal; menos de 0,1% de ácido acético, visualizando-se valores superiores a este em todas as silagens, e, entre 0 e 1% de ácido propiônico, sendo que em todas as silagens os valores encontrados então dentro dessa margem.

Conclusão

As silagens estudadas apresentaram adequado perfil de fermentação, baixa população de leveduras e concentração de etanol e alta recuperação de matéria seca.

Referências citadas

ANDRADE, J.B.; JÚNIOR, E.F.; POSSENTI, R.A. Valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar, cortada aos 7 meses de idade, tratada com ureia e adicionada de rolão de milho. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 38, Piracicaba, 2001. **Anais...** Piracicaba; SBZ, 2001.

BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G.R.; NOGUEIRA, J.R et al. Perdas na ensilagem da cana-de-açúcar cv. IAC86/2480 (*Saccharum officinarum* L.) com doses de óxido de cálcio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA,

- 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. (CD-ROM).
- BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G. R.; REIS, R. A; NOGUEIRA, J. R.; ROTH, M. T. P.; ROTH, A. P. T. P. Valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar com doses de óxido de cálcio após abertura do silo. **Pesquisa e Tecnologia**, vol.3, n.2, Jul-Dez, 2006.
- BARBOSA, M.H.P.; SIQUEIRA, L.C.I. Cana-de-açúcar: Variedades, estabelecimento e manejo. In: Simpósio sobre Manejo Estratégico da Pastagem. 3, Viçosa, 2006. **Anais...** Viçosa, UFV, 2006.
- BERNARDES, F.J.; REIS, R.A.; SIQUEIRA, G.R.; BERCHIELLI, T.T.; COAN, R.M. Avaliação da queima e da adição de milho desintegrado com palha e sabugo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n. 2, p.269-275, 2007.
- BERNARDES, T.F.; SILVEIRA, R.N.; COAN, R.M. Características fermentativas e presença de levedura na cana-de-açúcar crua queimada ensilada com aditivo. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002.
- CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; VELOSO, C.M. et al. Valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com quatro doses de ureia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.1, p. 125-132, 2006.
- CAVALI, J. ; VALADARES FILHO, S. C. ; PEREIRA, O. G. et al. Mixed sugarcane and elephant grass silages with or without bacterial inoculant. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 462-470, 2010.
- DETMANN, E., SOUZA, M.A., VALADARES FILHO, S.C. et al. **Métodos para análise de alimentos**. Visconde do Rio Branco: Universidade Federal de Viçosa, 2012. 214p.
- FERRARI JUNIOR, E., PAULINO, V.T., POSSENTI, R.A. E LUCENAS, T.L. 2009. Aditivos em silagem de capim elefante paraíso (*Pennisetum hybridum* cv. Paraíso). **Arch. Zootec.**, 58: 185-194.
- FORTALEZA, A.P.S.; SILVA, L.D.F.; ZACKM, E.; BARBERO, R.P.; RIBEIRO, E.L.A.; PERGORARO, M.; SANTOS, L.E.; MIZUBUTI, I.Y. Composição química e degradabilidade ruminal de silagens da cana-de-açúcar tratada com aditivos químicos e bacteriano. Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, suplemento 2, p. 3341-3352, 2012.
- FREESE, E.; SHEW, C.; GALLIERS, E. Function of lipophilic acids as antimicrobial food additives. **Nature**, v.24, p.321-325, 1973.
- FREITAS, A.W.P.; PEREIRA, J.C.; ROCHA, F.C.; DETMANN, E.; RIBEIRO, M.D.; COSTA, M.G.; LEONEL, F.P. 2006. Características da silagem de cana-de-açúcar tratada com inoculante bacteriano e hidróxido de sódio e acrescida de resíduo da colheita de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.48-59, 2006.

FILYA, L.; MUCK, R.E.; CONTRERAS-GOUVEA, F.E.. Inoculant effects on alfafa silage: fermentation products and nutritive value. **J. Dairy Sci.**, v. 90, p. 5108-5114. 2007.

GENTIL, R. S.; PIRES, A.V. ; SUSIN,I. et al. Digestibilidade aparente de dietas contendo silagem de cana-de-açúcar tratada com aditivo químico ou microbiano para cordeiros. **Acta Scientiarum. Animal Sciences** , Maringá, v. 29, n. 1, p. 63-69, 2007.

HENDERSON, N. **Silage additives. Animal Feed Science and technology**, v. 45. n. 1, p. 35-56, 1993.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) – 2012 – Consulta ao site: <http://www.ibge.gov.br> Acesso em 22 de junho de 2013.

JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.S.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, suplemento especial, p.101-119, 2007.

JOBIM, C.C.; GONÇALVES, G.D. e DOS SANTOS, G.T. 2001. Qualidade sanitária de grãos e de forragens conservadas *versus* desempenho animal e qualidade de seus produtos. In: Jobim, C.C, U. Cecato, J.C. Damasceno e G.T. dos Santos (Eds.). Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas. **Anais... UEM/CCA/DZO**. Maringá. pp. 242-261.

KLEINSCHMIT, D.H. and KUNG JR., L. 2006. Metaanalysis of the effects of *Lactobacillus buchneri* on the fermentation and aerobic stability of corn and grass and small-grain silages. **Journal of Dairy Science**, 89: 4005-4013.

KLOPFENSTEIN, T.J. Increasing the nutritive value of crop residues by chemical treatments. In: HUBER, J.T. (Ed.) **Upgrading residues and products for animais**. Boca Raton: CRC Press, p.40-60. 1980.

KONONOFF, P.J.; HEINRICH, A.J. and BUCKMASTER, A.D. 2003.Modification of the Penn State forage and TMR separator and the effects of moisture content on its measurements. **Journal of Dairy Science**, 86: 1858 – 1863.

KUNG JR., L.; STANLEY, R.W. Effect of stage of maturity on the nutritive value of whole-plant sugarcane preserved as silage. **Journal Animal Science**, v.54, p.689-696, 1982.

KUNG JR.,L. **Preparation of silage water extracts for chemical analyses**. Standard operating procedure – 001 2.03.96. ed. University of Delaware Ruminant Nutrition Lab. – Worrilow 309. 1996.

KUNG JR., L.; RANJIT, N. K. The effect of *Lactobacillus buchneri* and other additives on the fermentation and aerobic stability of barley silage. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.84, n.5, p.1149-1155, 2001.

KUNG JUNIOR, L.; STOKES, M. R. **Analyzing silages for fermentation end products**. 2003. Disponível em: <http://ag.udel.edu/departments/anfs/faculty/kung/articles/analyzing_silages_for_ferme>. Acesso em: 29 de outubro de 2013.

KUNG JR., L.; STOKES, M. R.; LIN, C. J. Silage additives. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Ed.) *Silage science and technology*. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, **Soil Science Society of America**, p.251-304. 2003.

KUNG JR, L.; MYERS, C.L.; NEYLON, J.M.; TAYLOR, C.C.; LAZARTIC, J.; MILLS, J.A.; WHITER, A.G. The effects of buffered propionic acid-based additives alone or combined with microbial inoculation on the fermentation of high moisture corn and whole-crop barley. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.1310-1316, 2004.

MAHANNA, B. 1994. Proper management assures high-quality silage, grains. **Feedstuffs**, 10:12-18.

MARTINS, S.C.S.G. **Cana-de-açúcar ensilada com diferentes aditivos em dietas para vacas mestiças em lactação**. Itapetinga-BA: UESB, 2013. 152p. (Tese - Doutorado em Zootecnia, Área de concentração em Produção de Ruminantes).

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, n.6, p.1217-1240, 2002.

McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage**. Ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 226 p.

MONÇÃO, V.D.; CAMPOS, A.F.; ROTH, M.T.P.; OLIVEIRA, L.M.; RESENDE F.D.; SIQUEIRA, G.R.. Perdas fermentativas e população microbiana de leveduras da silagem de cana-de-açúcar inoculada com diferentes doses de *Propionibacterium acidipropionici*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49., 2012, Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 2012.

MOON, N.J. Inhibition of the growth of acid tolerant yeasts by acetate, lactate and propionate and their synergistic mixtures. **Journal of Applied Bacteriology**, v.55, n.3, p.453-460, 1983.

MUCK, R. E. Silage microbiology and its control through additives. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, p. 183-191, 2010.

MUCK, R. Silage inoculation. In: CONFERENCE WITH DAIRY AND INDUSTRIES, 1996, Madison. **Proceedings...** Dairy Forage Research Center, p.43-51, 1996.

MUCK, R.E. & KUNG JR., L. Effects of silage additives on ensiling. Northeast Regional Agricultural Engineering Service. **Proceedings of the Silage: Field to Feedbank North American Conference**, Hershey, Pennsylvania. NRAES-99. p.187-199, 1997.

MUCK, R.E. The role of silages additives in making high quality silage. **In: Silage Production from Seed to Animal, NRAES – 67**, Northeast Regional Agriculture Engng. Service, p.106-116, Syracuse, NY, 1993.

OLIVEIRA, H. C. ; GARCIA, R. ; PIRES, A. J. V. ; ALMEIDA, V.V.S. ; OLIVEIRA, A. C. ; OLIVEIRA, L. S. . Características Fermentativas da Silagem de Cana-de-Açúcar Com Uréia e Farelo de Mandioca. In: 47a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010, Salvador. **Anais...**, 2010.

OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; KROONEMAN, J.; GOTTSCHAL, J.C.; et al. Anaerobic conversion of lactic acid to acetic acid and 1,2-propanediol by *Lactobacillus buchneri*. **Applied and Environmental Microbiology**, v.67, n.1, p.125–132, 2001.

PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; LOURES, D.R.S. et al. Efeito do tratamento com aditivos químicos e inoculantes bacterianos nas perdas e na qualidade de silagens de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.558-564, 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.

PLAYNE, M.J., McDONALD, P. The buffering constituents of herbage and of silage. **Journal of the Science of Food and Agricultural**, v.17, p.264-268, 1966.

QUEIROZ, O.C.M.; NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P.; RIBEIRO, J.L.; SANTOS, M.C.; ZOPOLLATTO, M. Silagem de cana-de-açúcar comparada a fontes tradicionais de volumosos suplementares no desempenho de vacas de alta produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.358-365, 2008.

ROCHA JR., V.R.; VALADARES FILHO, S.C.; BORGES, A.M. et al. Determinação do valor energético de alimentos para ruminantes pelo sistema de equações. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.473-479, 2003.

ROTH, M.T.P.; SIQUEIRA, G.R.; RICARDO, R.A. et al. Ensilagem da cana-de-açúcar (“*Saccharum officinarum*”L.) tratada com doses de ureia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. (CD-ROM).

SANTOS, G.T.; CAVALIERI, F.L.B.; MODESTO, E.C. Recentes avanços em nitrogênio não protéico na nutrição de vacas leiteiras. In: SINLEITE, 2., 2001, Lavras. **Anais**. Lavras: Ufla, 2001. p.199-228.

SANTOS, M.C., NUSSIO, L.G., MOURÃO, G.B., SCHMIDT, P., MARI, L.J. E RIBEIRO, J.L. Influência da utilização de aditivos químicos no perfil da fermentação, no valor nutritivo e nas perdas de silagens de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 37: 1555-1563. 2008.

SANTOS, M.V.F., GÓMEZ CASTRO, A.G., PEREA, J.M., GARCÍA, A., GUIM, A.E PÉREZ HERNÁNDEZ, M. Fatores que afetam o valor nutritivo das silagens de forrageiras tropicais. **Archivos de Zootecnia**, v.59, p. 25-43, 2010.

SCHMIDT, P.; MARI, L.J.; NUSSIO, L.G.; PEDROSO, A.F.; PAZIANI S.F.; WECHSLER, F.S. Aditivos químicos e biológicos na ensilagem de cana-de-açúcar. 1.Composição química das silagens, ingestão, digestibilidade e comportamento ingestivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1666-1675, 2007.

SCHMIDT, P. Aditivos químicos e biológicos no tratamento de cana-de-açúcar para alimentação de bovinos. In: JOBIM, C.C.; CECATO, U.; CANTO, M.W. (Eds) **Produção e utilização de forragens conservadas**. Maringá: Masson, p.117-152, 2008.

SIEGFRIED, R. RUCKEMANN, H, STUMPF, G. Eine HPLC Methode zur Bestimmung organischer Säuren in Silage. **Landwirtsch Forsch.** v.37, p.298-304, 1984.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.

SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P. et al. Queima e aditivos químicos e bacterianos na ensilagem da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, 2009.

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, n.6, p.2000-2009, 2007.

SOUZA, O.; SANTOS, I.E. Digestibilidad in vivo, balance de nitrógeno e ingestión voluntaria en ovinos alimentados con paja de cabada tratada con urea. **Archivos de Zootecnia**, v.51, p.361-371, 2002.

TOMICH, T. R. ; PEREIRA, L. G. R.; GONÇALVES, L. C.; TOMICH, R. G. P.; BORGES, I. **Características químicas para avaliação do processo fermentativo de silagens: uma proposta para qualificação da fermentação**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003 (Série Documentos da EMBRAPA).

VALADARES FILHO, S.C.; CHIZZOTTI, M.L. **Composição química bromatológica de alimentos: Tabela Brasileira de Alimentos para Ruminantes – CQBAL 3.0**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2010. Disponível em: <http://cqbal.agropecuaria.ws/webcqbal>. Acesso em 10/10/2013.

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

WEISSBACH, F., and C. STRUBELT. 2008. Correcting the dry matter content of maize silages as a substrate for biogas production. **LANDTECHNIK-NET** 63:82-83. Available at: www.landtechnik-online.eu.

WEISS, K. 2001. **Gärungsverlauf und Gärqualität von Silagen aus nitratarmem Grünfutter**. [Course of fermentation and fermentation quality of silages from low-nitrate crops]. Doctoral thesis. Humboldt Universität Berlin.

WOOLFORD, M.K. **The silage fermentation**. New York: Marcel Dekker, 1984. 350p.

ZOPOLLATTO, M.; DANIEL, J. L. P.; NUSSIO, L. G. Aditivos microbiológicos em silagens no Brasil: revisão dos aspectos da ensilagem e do desempenho de animais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, Suplemento Especial, p.170-189, 2009.

Capítulo 2: Produção de leite de vacas leiteiras alimentadas com silagem de milho, cana-de-açúcar *in natura* e silagem de cana-de-açúcar tratada ou não com inoculantes microbianos

Resumo – Objetivou-se, com este trabalho, avaliar o consumo, a digestibilidade, a concentração da ureia no plasma sanguíneo, a excreção de ureia na urina, a eficiência microbiana, o ganho de peso médio diário, a produção e composição do leite de vacas da raça Holandês alimentadas com cana-de-açúcar *in natura*, silagem de milho e silagem de cana-de-açúcar tratada ou não com inoculantes **microbianos**. As dietas utilizadas continham os seguintes volumosos: Silagem de milho (SM); Cana-de-açúcar *in natura* (CIN); Silagem de cana-de-açúcar (SCA); Silagem de cana-de-açúcar com *Lactobacillus buchneri* (SCALB) e Silagem de cana-de-açúcar com *Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus pentosaceus* (SCALPPP). Foram utilizadas quinze vacas da raça Holandês, alocadas em baias individuais e dispostas no delineamento em blocos casualizados, adotando-se a produção de leite como fator de controle local, com três repetições. As dietas isonitrogenadas foram formuladas para atender as exigências das vacas em lactação, para produção de 27 kg/dia, sendo que o consumo foi *ad libitum* e calculado de forma a permitir sobra de 10%. As médias foram comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa SAS. Verificou-se que os consumos de MS, MO, FDN e CNF, CMOD não diferiram entre si ($P>0,05$). O consumo de PB foi maior ($P>0,05$) para as dietas contendo silagens de cana-de-açúcar; o consumo de NDT foi maior ($P>0,05$) na dieta à base de silagem de milho. A dieta com silagem de milho apresentou valor mais elevado ($P>0,05$) de digestibilidade da MS e MO, em comparação às dietas com silagens de cana-de-açúcar. A digestibilidade da proteína bruta (PB) não apresentou diferenças ($P>0,05$) entre as dietas. A digestibilidade da FDN_{cp} na dieta à base de silagem de milho foi superior ($P<0,05$) à das demais dietas, tendo a silagem de cana-de-açúcar com *Lactobacillus buchneri* apresentado o menor valor. Entre as dietas, observou-se menor ($P<0,05$) digestibilidade dos CNF para as dietas contendo cana-de-açúcar, em relação à de silagem de milho, sendo mais alta para silagem de cana-de-açúcar com *Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus pentosaceus*. Com relação aos parâmetros produtivos, não foram observadas diferenças ($P<0,05$) entre as dietas, produção de leite corrigida para 4% de gordura, gordura do leite, lactose do leite e extrato seco total, sendo constatado que houve menor produção de leite ($P<0,05$) para o tratamento SC em relação aos demais e maior teor de proteína bruta no

leite ($P < 0,05$) para a dieta com cana-de-açúcar *in natura* e menor teor para dieta com silagem de cana-de-açúcar tratada com *Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus pentosaceus*. Verificou-se diferença entre as dietas ($P < 0,05$) para concentração de nitrogênio ureico do plasma (NUP), tendo a dieta à base de silagem de cana-de-açúcar apresentado valor superior às demais dietas, enquanto na cana-de-açúcar *in natura* foi detectado menor valor em relação aos outros. Com relação ao nitrogênio ureico da urina (NUU) e eficiência microbiana (EFMIC), constatou-se não ter ocorrido diferença entre as dietas ($P > 0,05$). O ganho médio diário (GMD) não apresentou diferença ($P > 0,05$) entre as dietas. Concluiu-se que dietas com 60% de concentrado adicionado à silagem de cana-de-açúcar podem permitir às vacas suportarem produção média de 25,8 kg/dia de leite, similarmente a outras fontes volumosas tradicionalmente usadas como a silagem de milho e a cana-de-açúcar *in natura*.

Palavras-chave: coeficientes de digestibilidade, composição do leite, consumo, digestibilidade, eficiência microbiana, matéria orgânica digestível

Chapter 2: Milk production of dairy cows fed sugar cane fresh, corn silage and sugar cane silages treated or not with microbial inoculants

Abstract – The objective of this study was to evaluate the intake, digestibility, concentration of urea in blood plasma, the excretion of urea in urine, microbial efficiency, the average daily weight gain, yield and composition of milk from Holstein cows fed sugar cane sugar fresh, corn silage and cane sugar silages treated or not with microbial inoculants. The diets contained the following bulky: Corn silage, Sugarcane fresh; Silage cane sugar; Silage cane sugar with *Lactobacillus buchneri* and Silage of cane sugar with *Lactobacillus plantarum* and *Pediococcus pentosaceus*. Were used fifteen Holstein cows, allocated to individual pens and arranged in randomized block design, adopting milk production as factor of local control with three replications. Isonitrogenous diets were formulated to meet the requirements of lactating cows to produce 27 kg/day, whereas consumption was ad libitum and calculated to allow plenty of 10%. Means were compared by Tukey test at 5 % probability, using the SAS program. It was found that the intake of DM, OM, NDF and NFC did not differ ($P>0.05$). The CP intake was higher ($P>0.05$) for diets containing silages cane sugar, the TDN intake was higher ($P>0.05$) in the diet based on corn silage. The diet with corn silage had a higher value ($P>0.05$) digestibility of DM and OM compared to diets with silage cane sugar. The digestibility of crude protein (CP) did not differ ($P>0.05$) between diets. The digestibility of NDF in the diet based on corn silage was higher ($P<0.05$) than the other diets and silage cane sugar with *Lactobacillus buchneri* submitted the lowest. Among the diets had a lower ($P<0.05$) digestibility of NFC for diets containing cane sugar, compared to corn silage, being higher for silage cane sugar with *Lactobacillus plantarum* and *Pediococcus pentosaceus*. With respect to production parameters, no differences ($P<0.05$) were observed between diets for milk production, milk production corrected to 4% fat, milk fat, milk lactose and total solids, and found that there was less milk production ($P<0.05$) for treatment SC in relation to others, and higher crude protein content in milk ($P<0.05$) for the diet with cane sugar and less fresh content for silage diet with cane sugar treated with *Lactobacillus plantarum* and *Pediococcus pentosaceus*. There was difference between diets ($P<0.05$) concentrations of blood urea nitrogen (BUN), and the diet of silage cane sugar made superior value to the other diets, while the cane sugar was detected in natura lower value compared to others. With respect to nitrogen urea urine (NUU) and microbial efficiency (EFMIC), it was found not to have been no difference between diets ($P>0.05$). The average daily gain (ADG) did not differ

($P > 0.05$) between diets. It was concluded that diets with 60% concentrate added to sugar cane silage may allow cows to withstand average production of 25.8 kg / day of milk, similarly to other bulky sources traditionally used as silage corn and sugar cane fresh.

Keywords: coefficient of digestibility, digestibility, digestible organic matter, intake, microbial efficiency, milk composition

Introdução

A cana-de-açúcar (*Saccharum L.*) é uma forrageira que desperta interesse na sua utilização, principalmente devido ao seu grande potencial produtivo, sendo de fácil cultivo e com baixo custo de matéria seca produzida por área. Além disso, devido à manutenção do valor nutritivo até seis meses após a maturação e o período de colheita coincidente com o período de escassez de forragem nas pastagens, a cana-de-açúcar é uma opção viável para contornar os problemas ocasionados pela baixa disponibilidade de forrageiras no período seco do ano, que pode durar aproximadamente seis meses em algumas regiões do Brasil, e, conseqüentemente, reduzir os problemas de desenvolvimento e produção animal que ocorrem nesse período do ano.

Apesar das vantagens da cana-de-açúcar, existem limitações quanto ao consumo dessa forragem, principalmente em razão do baixo teor de compostos nitrogenados (N) e de alguns minerais, assim como, da baixa digestibilidade dos constituintes da parede celular (Mendonça et al., 2004). Uma alternativa para melhor utilização da cana-de-açúcar seria o aumento do nível de concentrado na dieta (Costa et al., 2005).

Com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes fontes de forragem sobre o desempenho de vacas em lactação em condições tropicais, Santos et al. (2011) utilizaram dietas contendo: silagem de cana-de-açúcar com 1% CaO, silagem de sorgo, silagem de milho e cana-de-açúcar *in natura*, para vacas com produção de leite média de 11,87 kg/dia. Os autores concluíram que o uso da silagem de cana-de-açúcar resultou em baixo consumo, baixa digestibilidade, baixa eficiência de uso do nitrogênio e alta mobilização de reservas, mas suportou produção de leite similar à cana-de-açúcar *in natura*.

Avaliando o desempenho de vacas de alta produção de leite (25,0 kg/dia) alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de volumosos, cana-de-açúcar *in natura*, silagem de cana-de-açúcar inoculada com *Lactobacillus buchneri*, silagem de milho e mistura de cana-de-açúcar *in natura* e silagem de milho, Queiroz et al. (2008) constataram que dietas contendo silagem de cana-de-açúcar ou a planta *in natura* atenderam às exigências nutricionais dos animais. Além disso, também verificaram que o *Lactobacillus buchneri* melhorou o valor nutritivo e reduziu as perdas fermentativas da silagem de cana-de-açúcar.

Em estudo com vacas leiteiras da raça Holandês recebendo as dietas à base de silagem tratada com ureia (5,0 g/kg de matéria verde - MV) + benzoato de sódio (0,5 g/kg MV), silagem inoculada com *Lactobacillus buchneri* (5×10^4 ufc/g MV) e cana-

de-açúcar *in natura*, Pedroso et al. (2010) concluíram que vacas recebendo silagem de cana-de-açúcar ensilada com aditivos podem apresentar menor consumo de matéria seca e produção de leite em comparação às alimentadas com dietas à base de cana *in natura*, embora ressaltaram que a eficiência alimentar possa ser melhorada.

Há poucos dados disponíveis na literatura sobre o uso de silagem de cana-de-açúcar para vacas de média a alta produção de leite, evidenciando a importância de serem realizados mais trabalhos para estudo dos efeitos da silagem de cana-de-açúcar sobre essa categoria de animais.

Tem-se como hipótese que a utilização de silagens de cana-de-açúcar com aditivos microbianos melhoram o desempenho e produtividade animal, objetivou-se, com este trabalho, avaliar o consumo e a produção de leite de vacas de alta produção alimentadas com dietas contendo silagem de milho, cana-de-açúcar *in natura* e silagens de cana-de-açúcar tratada ou não com inoculantes microbianos, haja vista os poucos trabalhos realizados no Brasil.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão – Gado de Leite, do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, localizada no município de Viçosa-MG, situada a 20^o e 45’ de latitude sul, 42^o e 51’ de longitude oeste e 640 m de altitude.

No presente estudo, foram utilizados os seguintes volumosos: Silagem de milho (SM); Cana-de-açúcar *in natura* (CIN); Silagem de cana-de-açúcar (SCA); Silagem de cana-de-açúcar com *Lactobacillus buchneri* (SCALB) e Silagem de cana-de-açúcar com *Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus pentosaceus* (SCALPPP) (Tabela 2).

A colheita da cana-de-açúcar foi realizada manualmente, sendo picada em picadora de forragem estacionária. Já a colheita do milho para confecção da silagem foi realizada por meio de colhedora mecânica, sendo ambas as máquinas reguladas para corte de partículas de 1 a 2 cm.

Os inoculantes microbianos aplicados na cana-de-açúcar foram adicionados à forragem por ocasião da ensilagem, de acordo com as recomendações dos fabricantes, sendo o “SiloMax Centurium” (*Lactobacillus plantarum* 2,5 x 10¹⁰ UFC/g e *Pediococcus pentosaceus* 2,5 x 10¹⁰ UFC/g) aplicado na proporção de 2 g por tonelada de material picado, diluídas em 2 L de água sem cloro, e o “Silomax Cana” (*Lactobacillus buchneri* 2,5 x 10¹⁰ UFC/g) aplicado na proporção de 2 g por tonelada de material picado, diluídas

em um 1 L de água. Para aspersão da solução com inoculante, foi utilizada bomba pulverizadora costal, pulverizando-se a solução de forma homogênea e uniforme.

As dietas experimentais foram ofertadas aos animais em diferentes proporções de volumoso:concentrado, sendo de 60:40, na base da matéria seca, para a dieta usando silagem de milho, e 40:60, também com base da matéria seca, para cana-de-açúcar *in natura* e para as dietas utilizando silagem de cana-de-açúcar (Tabela 2).

Tabela 2 – Volumosos, inoculantes microbianos e relação volumoso-concentrado utilizados na confecção das dietas experimentais.

Dietas	Volumoso	Inoculantes microbianos	V:C
1	Silagem de milho	-	60:40
2	Cana-de-açúcar <i>in natura</i>	-	40:60
3	Silagem de cana-de-açúcar	-	40:60
4	Silagem de cana-de-açúcar	<i>Lactobacillus buchneri</i> (2,5 x 10 ¹⁰ UFC/g)	40:60
5	Silagem de cana-de-açúcar	<i>Lactobacillus plantarum</i> (2,5 x 10 ¹⁰ UFC/g) + <i>Pediococcus pentosaceus</i> (2,5 x 10 ¹⁰ UFC/g)	40:60

As dietas isonitrogenadas foram formuladas para atender as exigências de proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT), macro e micro minerais de vacas de 650 kg de peso corporal, com produção média de 27 kg de leite por dia, de acordo com o NRC (2001). Na Tabela 3, são apresentados os ingredientes e suas proporções nos concentrados das dietas experimentais. Para formulação dos concentrados, foi utilizada tabela de composição de alimentos de Valadares Filho et al. (2012).

Tabela 3 – Proporção (%) dos ingredientes nos concentrados das dietas experimentais (%).

Ingredientes	Forragem na dieta		
	SM	CIN	SCA
Farelo de Soja	60,02	36,55	36,49
Fubá de Milho	26,67	51,03	51,27
Ureia	0,06	1,83	1,65
Sulfato de Amônio	1,66	1,34	1,34
Sal	1,29	0,98	0,98
Calcário	2,01	1,52	1,53
Fosfato bicálcico	1,95	1,85	1,85
Óxido de Magnésio	0,57	0,27	0,27
Bicarbonato de Sódio	1,43	0,67	0,67
Mistura Mineral	4,34	3,80	3,80

SM: Silagem de Milho; CIN: Cana-in-natura; SCA: Silagens de cana-de-açúcar.

Foram utilizadas quinze vacas da raça Holandês com produção média inicial de leite de 29,14 kg/dia, dispostas no delineamento em blocos casualizados, adotando a produção de leite como fator de controle local, com três repetições. Os animais foram alocados em baias individuais no sistema *free stall* (Foto 4). As avaliações foram realizadas em quatro períodos de quinze dias, sendo que, antes do no início do experimento, houve um período de quinze dias para que os animais pudessem se adaptar às instalações e às dietas. O experimento foi conduzido observando-se as práticas ideais de manejo e bem estar animal.



Foto 4 – Instalação onde foi executado o experimento.

A cana-de-açúcar foi analisada antes da ensilagem e apresentou teores médios de MS, MO, PB, EE, FDN e FDA de 27,1; 93,91%; 3,65; 3,02%; 59,5 e 34,40%,

respectivamente. No momento de abertura dos silos, no primeiro dia do período de adaptação experimental, a cana-de-açúcar *in natura* e as silagens de cana-de-açúcar e de milho foram amostradas e analisadas segundo técnicas descritas por Detmann et al. (2012) (Tabela 4).

Tabela 4 – Composição química das forragens utilizadas nas dietas experimentais, teores (%) de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro, corrigido para cinzas e proteína (FDNcp).

Itens	Dietas				
	SM	CIN	SC	SCLB	SCLPPP
MS (%)	24,70	22,48	23,47	22,97	26,62
MO (%MS)	95,82	91,28	89,95	89,12	92,29
PB (%MS)	8,55	4,50	3,52	3,38	3,38
EE (%MS)	2,86	1,34	3,04	2,08	1,95
FDNcp (%MS)	59,83	55,21	71,37	67,36	67,75

SM: Silagem de Milho; CIN: Cana-in-natura; SC: Silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; SCLB: Silagem de cana-de-açúcar com *Lactobacillus buchneri*; SCLPPP: Silagem de cana-de-açúcar com *Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus pentosaceus*.

No início do período de adaptação, antes de receberem as novas dietas, os animais foram pesados tendo permanecido em jejum de sólidos por 12 horas, sendo posteriormente encaminhados às baias individuais devidamente identificadas, em área coberta, com cochos para fornecimento de alimento e água *ad libitum*. Ao final do experimento, os animais foram novamente pesados, respeitando-se as mesmas condições de jejum descritas previamente. Evitou-se pesar os animais após cada período experimental, por prevenção contra estresse nas vacas de alta produção, evitando possível ocorrência de redução no consumo de nutrientes e na produção de leite. Para avaliação dos dados de consumo de FDN e MS em função do peso vivo, os pesos dos animais foram estimados em meados de cada período experimental, objetivando as análises deste parâmetro.

Os animais permaneceram em baias individuais (Foto 5) e as dietas foram ofertadas *ad libitum*, de forma a permitir sobra de 10%, sendo mensurada diariamente

por meio da diferença de peso entre o alimento fornecido e as sobras. Ao final de cada período experimental, foram realizadas amostras compostas dos alimentos fornecidos e das sobras, as quais foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas por animal e período experimental e armazenadas em freezer com temperatura a -18°C , para posteriores análises laboratoriais.



Foto 5 – Baias onde os animais foram alocados.

As coletas de fezes, leite, sangue e urina, foram realizadas ao longo de cada um dos quatro períodos experimentais, conforme ilustrado na Figura 2.

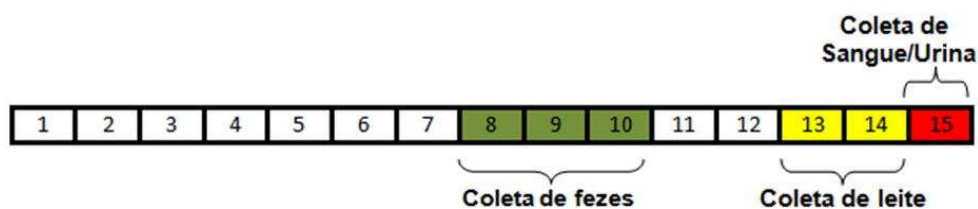


Figura 2 – Ilustração das coletas de fezes, leite, sangue e urina, realizadas no período experimental.

A produção de leite diária, correspondente à ordenha da manhã somada à da ordenha da tarde, foi mensurada diariamente durante todo o período experimental (quinze dias), sendo obtida individualmente por meio de medidores eletrônicos de produção da marca Westfalia, modelo Metatron 12, acoplados ao sistema de ordenha.

Do oitavo ao décimo dia de cada período experimental, coletaram-se três amostras de fezes de todos os animais, uma a cada dia, diretamente do reto, reunindo-as em amostras compostas por animal, que foram levadas ao laboratório, sendo submetidas à pré-secagem a 55°C , por 72 horas, em estufa com circulação forçada de ar, e moídas em moinho de facas tipo Willey, em peneira com malha de 1 mm, para determinação dos

teores de matéria seca (MS); matéria orgânica (MO); proteína bruta (PB); extrato etéreo (EE); fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinza e proteína (FDN_{cp}); nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e carboidratos não fibrosos (CNF), segundo metodologia descrita por Detmann et al. (2012), tendo sido as análises realizadas nos Laboratórios de Forragicultura e de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

No décimo terceiro e décimo quarto dia de cada período, foram realizadas as coletas de amostras de leite. Ao final da extração total do leite dos animais, diretamente de tubos coletores instalados nas ordenhadoras mecânicas, foi feita uma amostra composta para cada período, proporcionalmente às produções da manhã e da tarde conforme recomendação de Broderick & Clayton (1997), sendo colocados 40 mL da amostra em tubos plásticos contendo duas pastilhas do conservante bronopol. Após esse processo, as amostras compostas foram encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, onde determinou-se, com auxílio do aparelho Milkoscan Minor - Marca Foss, por espectroscopia de infravermelho, os teores de proteína, gordura, lactose e extrato seco total, do leite produzido por cada animal em cada período.

No último dia de cada período experimental, realizou-se a coleta de sangue, quatro horas após o fornecimento da alimentação do período da manhã, via punção da veia jugular, utilizando-se tubo de ensaio contendo a substância anticoagulante Ácido Etileno Diamino Tetracético (EDTA). As amostras de sangue coletado, foram imediatamente centrifugadas para separação do plasma e, em seguida, colocadas em eppendorf e mantidas a -18° C, até serem analisadas. As análises para determinação do teor de ureia plasmática nas amostras, foram realizadas por meio de kit comercial, utilizando-se técnica descrita por Talke e Schubert (1965), sendo realizadas no Laboratório ViçosaLab.

Concomitantemente às coletas de sangue, no último dia de cada período, estimulou-se os animais a urinarem através de massagem vulvar, obtendo-se amostras de aproximadamente 60 mL de urina por animal, sendo retiradas alíquotas de 10 mL, diluídas imediatamente em 40 mL de solução de ácido sulfúrico 0,036 N (para análise de derivados de purina) e alíquotas de 50 mL de urina sem diluição. Ambas amostras de urina foram armazenadas a temperatura de -18°C para posteriores análises de ureia, creatinina e ácido úrico, usando-se kit comercial, pelo sistema ARCHITECT, realizadas no Laboratório Viçosalab. A análise de alantoína foi realizada no laboratório de nutrição

animal da Universidade Federal de Viçosa, segundo o método colorimétrico, conforme técnica de Fujihara et al. (1987), descrita por Chen e Gomes (1992).

As concentrações de nitrogênio ureico do plasma (NUP) e de nitrogênio ureico da urina (NUU) foram obtidas pelo teor de ureia multiplicado por 0,466, correspondente ao teor de nitrogênio (N) na ureia.

Ao final de cada período de avaliação, as amostras de silagens e de concentrados, bem como as amostras de sobras de cada animal, foram descongeladas em temperatura ambiente e homogeneizadas manualmente, fazendo-se uma amostra composta, por animal. Logo após, as amostras de alimentos fornecidos e sobras foram submetidas à pré-secagem a 55°C, por 72 horas, em estufa com circulação forçada de ar, e moídas em moinho de facas tipo Willey, em peneira com malha de 1 mm, para serem utilizadas nas análises laboratoriais.

As amostras pré-secas e moídas, foram utilizadas para determinação dos teores de matéria seca (MS); matéria orgânica (MO); proteína bruta (PB); extrato etéreo (EE); fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinza e proteína (FDNcp); nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN); nutrientes digestíveis totais (NDT) e carboidratos não fibrosos (CNF), segundo metodologias descritas por Detmann et al. (2012), tendo sido as análises realizadas nos Laboratórios de Forragicultura e de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

A porcentagem dos carboidratos não-fibrosos (CNF) foi obtida pela equação proposta por Hall & Herejk (2000).

O teor dos nutrientes digestíveis totais (NDT) foi calculado segundo equação proposta pelo NRC (2001).

Para a estimativa da excreção fecal dos nutrientes, utilizou-se a fibra insolúvel em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador, sendo as amostras de alimentos fornecidos, sobras e fezes, incubadas no rúmen de animais fistulados em sacos F-57 Ankon® por 288 horas, e, em seguida, submetidas à análise de fibra em detergente neutro, segundo técnica descrita por Detmann et al. (2012).

As variáveis foram analisadas utilizando-se o procedimento MIXED do programa SAS, sendo o ganho de peso médio diário avaliado no delineamento em blocos casualizados, assim como os outros dados, que também foram analisados nesse delineamento, em esquema de medidas repetidas no tempo, tendo sido a produção de leite e o consumo analisados semanalmente e outros dados quinzenalmente,

considerando-se o nível crítico de probabilidade de 5%, com as médias comparadas pelo teste Tukey.

Resultados e discussões

Verifica-se que os consumos de matéria seca (MS), de matéria orgânica (MO), de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) e de carboidratos não fibrosos (CNF) não foram afetados ($P>0,05$) pelas diferentes dietas. Já o consumo de proteína bruta (PB), de extrato etéreo (EE) e de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram afetados pelas dietas (Tabela 5).

Tabela 5 – Médias dos consumos diários de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT), e médias dos coeficientes de digestibilidade de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos não fibrosos (CNF), nutrientes digestíveis totais (NDT) e consumo de matéria orgânica digestível (CMOD) de vacas recebendo as dietas experimentais.

Itens	Dietas					Valor P			EPM
	SM	CIN	SC	SCLB	SCLP	D	P	DxP	
Consumo (kg/dia)									
MS	17,89	16,32	17,34	16,86	17,91	0,8648	0,0032	0,4833	0,312
MO	16,83	15,09	15,91	15,44	16,50	0,8044	0,0203	0,4126	0,29
PB	2,48b	2,45b	3,23a	3,22a	3,31 ^a	0,0166	0,0005	0,0128	0,074
FDNcp	6,44	4,97	6,13	5,86	6,02	0,1531	<0,0001	<0,0001	0,117
CNF	7,25	7,30	6,08	5,87	6,66	0,3370	0,1481	0,0004	0,155
NDT	14,02a	10,78c	11,21bc	10,16c	11,74b	0,0342	0,0202	0,5789	0,319
Consumo (% do PV)									
MS	2,87	2,63	3,03	2,92	3,24	0,4	0,01	0,46	0,058
FDNcp	1,03	0,80	1,07	1,01	1,09	0,091	0,0002	<0,0001	0,022
Digestibilidade (%)									
MS	78,0a	70,0b	67,0c	62,0d	66,0c	0,0356	0,0311	0,7156	0,015
MO	79,0a	71,0b	68,0b	63,0c	68,0b	0,027	0,0249	0,6866	0,015
PB	88,0	83,0	89,0	87,0	88,0	0,4179	<0,0001	0,9496	0,011
FDNcp	69,0a	54,0b	51,0bc	42,0d	47,0cd	0,023	0,0116	0,8252	0,024
CNF	84,0a	79,0b	75,0c	75,0c	69,0d	0,0221	0,1569	0,5917	0,014
CMOD	13,29a	10,47c	10,84bc	9,73d	11,26b	0,0502	0,0202	0,6649	0,307

SM: Silagem de milho; CIN: Cana-de-açúcar *in natura*; SC: Silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; SCLB: Silagem de cana-de-açúcar com *Lactobacillus buchneri*; SCLP: Silagem de cana-de-açúcar com *Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus pentosaceus*. % do PV - % do Peso vivo. Níveis descritos de probabilidade (valor P) para as dietas (D), período (P) e influência das dietas dentro dos períodos (DxP). A sigla EPM se refere ao erro padrão da média.

As interações apresentadas para os resultados de consumo de PB, EE, FDNcp e CNF, podem ser explicadas pela troca de silo contendo silagem de milho ocorrida durante a realização do experimento.

As médias obtidas para CMS foram 17,26 kg/dia e de 2,94% PV. Já Pedroso et al. (2010), estudando silagens de cana-de-açúcar com aditivos químicos e microbianos, comparados à cana-de-açúcar *in natura*, observaram maior valor médio para consumo de MS, de 21,44 kg/dia para esta dieta, em vacas com produtividade média de aproximadamente 18 kg/dia de leite. Queiroz et al. (2008), avaliando o desempenho de animais de alta produção, obtiveram resultado divergente ao observado nesse estudo, tendo constatado que o consumo de matéria seca foi maior para a silagem de cana-de-açúcar em relação às demais fontes volumosas, tendo utilizado, também, dietas com silagem de milho e cana-de-açúcar *in natura*. Em estudo realizado na Tailândia, Suksombat & Junpanichcharoen (2005) visualizaram semelhança nos valores de consumo de matéria seca encontrados para silagem de cana-de-açúcar e cana-de-açúcar *in natura*. Entretanto, alguns trabalhos retratam o consumo de matéria seca inferior nas dietas contendo silagem de cana-de-açúcar em relação aos demais tratamentos contendo outros volumosos estudados (Santos et al., 2001; Pedroso et al., 2010).

As médias observadas para os consumos de MO (kg/dia), FDNcp (kg/dia) e FDNcp (%PV) foram 15,96, 5,88 e 1,00, respectivamente. Essas variáveis podem ter mantido esse comportamento refletindo o verificado para a ingestão de MS, influenciados pelos níveis de concentrado nas dietas contendo cana-de-açúcar, que garantiram a manutenção do consumo, dessa forma, assegurando maior aporte de nutrientes ingeridos.

Observaram-se valores superiores para o consumo de PB nas dietas à base de silagem de cana-de-açúcar, em relação à silagem de milho e cana *in natura*. Isso pode ser atribuído ao fato das dietas terem sido balanceadas de forma isonitrogenadas e nas dietas contendo cana-de-açúcar ter sido utilizada maior proporção de concentrado. De acordo com o NRC (2001), a exigência de proteína para vacas lactantes com 550 Kg de peso corporal, produzindo 27 kg/dia corrigido para 4% de gordura, é de 2,7 kg/dia, tendo os valores de consumos de proteína bruta observados na dieta contendo silagem de cana-de-açúcar, se apresentado maiores que a exigência. Já nas dietas contendo silagem de milho e cana-de-açúcar *in natura*, os valores verificados estão abaixo da exigência, tendo apresentando déficit de -0,22 e -0,25, respectivamente.

O consumo médio de carboidratos não fibrosos (CNF) foi 6,63 kg/dia. Santos et al. (2012), comparando cana-de-açúcar com silagens de cana-de-açúcar inoculada ou não com *Lactobacillus buchneri*, para vacas de média produção de leite, observaram média de consumo de CNF nos tratamentos igual a 4,68 kg/dia, mais baixo que o verificado no presente estudo.

Para o consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT), observou-se maior valor para dietas com silagem de milho em relação às demais. Já as dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* e silagem de cana-de-açúcar com *Lactobacillus buchneri* apresentaram valores inferiores aos outros volumosos utilizados. Com base no NRC (2001), a exigência de NDT é de 12,5 kg/dia, sendo que apenas a dieta com silagem de milho apresentou valor superior ao da exigência para esta categoria animal. Nas demais dietas, houve déficit da exigência de NDT de -1,72, -1,29, -2,34 e -0,76 kg, respectivamente, para cana-de-açúcar *in natura*, silagem de cana-de-açúcar, silagem de cana-de-açúcar com *Lactobacillus buchneri* e silagem de cana-de-açúcar com *Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus pentosaceus*.

Observou-se efeito de dieta ($P < 0,05$) para os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (FDN_{cp}) e carboidratos não fibrosos (CNF). Não houve efeito de dieta ($P > 0,05$) para os coeficientes de digestibilidade da proteína bruta (PB) e para o consumo de matéria orgânica digestível (CMOD). Para as variáveis afetadas pelas dietas, constatou-se que os valores na dieta à base de silagem de milho foram superiores ($P < 0,05$) aos das demais dietas. As dietas com silagens de cana-de-açúcar apresentaram os valores mais baixos e a dieta com cana-de-açúcar *in natura* apresentou valor intermediário. Os coeficientes de digestibilidade da proteína bruta (PB) e do consumo de matéria orgânica digestível (CMOD) apresentaram valores médios de 87 e 11,12%, respectivamente.

Analisando os resultados na Tabela 5, pode-se inferir que a dieta contendo silagem de milho apresentou melhor qualidade dos ingredientes que as demais dietas, pois mesmo não apresentando diferenças para consumo de alguns nutrientes, apresentou melhor digestibilidade para todos os nutrientes. As silagens com maiores teores de constituintes de parede celular (SC, SCLB e SCLPP) apresentaram mais baixos coeficientes de digestibilidade para MS e MO. Resultado inverso foi obtido para silagem de milho (SM), que apresentou maior digestibilidade, em decorrência do menor

teor de carboidratos estruturais, comportamento este também constatado por Schmidt et al. (2007).

A ausência de efeito da dieta sobre os coeficientes de digestibilidade da proteína bruta (PB) indica que o balanceamento isonitrogenado foi eficiente em corrigir a carência proteica que a cana-de-açúcar apresenta, conforme visualizado na Tabela 5.

A digestibilidade da FDNcp na dieta à base de silagem de milho foi superior à das demais dietas. Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Costa et al. (2005), Magalhães et al. (2004) e Mendonça et al. (2004). Segundo estes autores, a menor digestibilidade da FDN para dietas à base de cana-de-açúcar pode ser apontada como o principal responsável pela diminuição de consumo de matéria seca, fato este não observado na análise dos dados desse experimento. As reduções de digestibilidade da FDNcp nas dietas com cana-de-açúcar podem ser atribuídas à maior participação de lignina na fibra em detergente neutro da cana-de-açúcar em relação à silagem de milho, contribuindo assim para redução na digestibilidade da FDNcp (Rangel et al. 2010).

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 (47 vs 60), sugerindo-se a redução de seu uso na dieta de acordo com o aumento da participação de concentrado.

Entre as dietas, observou-se menor digestibilidade dos carboidratos não fibrosos (CNF) para as dietas contendo cana-de-açúcar, em relação à silagem de milho. Resultado esse não esperado, pois, segundo afirmado no trabalho de Costa et al. (2005), a digestibilidade dos carboidratos não fibrosos é menor para silagem de milho em relação às dietas à base de cana-de-açúcar, em razão do menor teor de CNF da primeira.

O consumo médio de matéria orgânica digestível (CMOD) foi de 11,12 kg/dia. Segundo Rodrigues (1999), o aumento do uso de ração concentrada em dietas à base de cana-de-açúcar por meio da mudança na relação volumoso:concentrado pode proporcionar maior aporte de matéria orgânica digestível, aumentando a concentração de energia e diminuindo a concentração de fibra, conseqüentemente, havendo maior consumo de matéria seca para atender seus requerimentos energéticos.

Constata-se que não houve diferença ($P>0,05$) para as produções de leite (PL), produção de leite corrigida para 4% de gordura (PL4G), teor de gordura (GL), teor de lactose (LCL) e extrato seco total (EST). Já para o teor de proteína bruta do leite (PBL), houve efeito das dietas ($P<0,05$), sendo observada maior média para a dieta contendo

cana-de-açúcar *in natura* e menor para a silagem de cana-de-açúcar com *Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus pentosaceus*. Com relação aos valores médios de ganho de peso diário dos animais, ressaltando-se não ter ocorrido diferença ($P>0,05$) entre as dietas estudadas. Houve efeito ($P<0,05$) de dieta para concentração de NUP e não houve efeito ($P>0,05$) de dieta sobre as concentrações de NUU e EFMIC, sendo verificadas médias de, respectivamente, 1015,15 mg/kg PV e 185,21 gPB/kgNDT (Tabela 6).

Tabela 6 – Médias para a produção diária de leite (PL), produção de leite corrigida para 4% de gordura (PL4G), teor de proteína bruta do leite (PBL), teor de gordura do leite (GL), teor de lactose do leite (LCL), extrato seco total presente no leite (EST), ganho médio diário (GMD), peso médio inicial (PMi), peso médio final (PMf), concentração de nitrogênio ureico plasmático (NUP), nitrogênio ureico da urina (NUU) e eficiência microbiana (EFMIC), em função das dietas experimentais.

Itens	Dietas					Valor P			EPM
	SM	CIN	SC	SCLB	SCLP	D	P	DxP	
PL (kg)	27,54a	25,97a	23,69b	25,70a	27,05a	0,001	0,0776	0,085	0,561
PL4G (kg)	25,41	22,29	21,56	23,43	23,28	0,4068	0,0208	0,0583	0,484
PBL (%)	2,99b	3,09a	2,97b	3,05ab	2,62c	0,042	0,002	0,1186	0,032
GL (%)	3,44	3,22	3,50	3,46	3,09	0,6279	<0,0001	0,018	0,062
LCL (%)	4,02	3,89	4,21	3,86	4,16	0,2011	0,0125	0,1922	0,032
EST (%)	11,57	11,36	11,76	11,57	10,91	0,2555	<0,0001	0,0511	0,079
GMD (kg)	0,53	0,29	0,18	0,32	0,21	0,4235	-	-	-
PMi (kg)	605,67	605,33	567,67	567,00	544,33	-	-	-	-
PMf(kg)	642,00	605,33	567,67	567,00	544,33	-	-	-	-
NUP (mg/dL)	20,75bc	19,03d	25,29a	19,97cd	21,33b	0,0107	0,1538	0,8605	1,225
NUU (mg/kg PV)	960,92	779,92	978,67	1099,25	1257	0,0755	<0,0001	0,9383	65,391
EFMIC (gPB/kgNDT)	189,07	195,39	168,58	187,33	185,68	0,9572	0,0006	0,1831	13,442

SM: Silagem de Milho; CIN: Cana-de-açúcar *in natura*; SC: Silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; SCLB: Silagem de cana-de-açúcar com *Lactobacillus buchneri*; SCLP: Silagem de cana-de-açúcar com *Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus pentosaceus*. Níveis descritos de probabilidade (valor P) para as dietas (D), período (P) e influência das dietas dentro dos períodos (DxP). A sigla EPM se refere ao erro padrão da média.

Quanto à produção de leite (PL) das vacas (Tabela 4), observou-se menor produção para as vacas alimentadas com silagem de cana-de-açúcar sem tratamento, não tendo sido verificado diferença significativa de produção entre as demais dietas. No trabalho de Santos et al. (2011), os autores concluíram que o uso da silagem de cana-de-açúcar suporta produção de leite similar à de cana-de-açúcar *in natura*. Queiroz et al. (2008), avaliando tratamentos com cana-de-açúcar *in natura*, silagem de cana-de-açúcar inoculada com *Lactobacillus buchneri*, silagem de milho e mistura de cana-de-açúcar *in natura* e silagem de milho, não observaram diferenças na produção de leite entre as fontes volumosas avaliadas. Suksombat & Junpanichcharoen (2005) afirmaram que a silagem de cana-de-açúcar pode substituir a cana *in natura*, sem ocasionar problemas produtivos para vacas leiteiras com produção média de 15 kg/dia.

A produção de leite corrigida para 4% de gordura (PL4G) não diferiu entre as dietas. A ausência de significância para a produção de leite pode ser explicada pela ausência de resposta na ingestão de MS, pois são variáveis correlacionadas (Chizzotti et al., 2007).

Foi observado maior teor de proteína bruta (PBL) no leite para a dieta contendo cana-de-açúcar *in natura* e o menor para silagem de cana-de-açúcar com *Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus pentosaceus*.

O teor médio de gordura encontrado foi 3,34%, próximo dos teores médios encontrados por Santos et al. (2012) e Costa et al. (2005), que foram, respectivamente, de 3,7 e 3,9%.

Para o teor de lactose no leite (LCL), foi obtida média de 4,0%. Tal resultado é consistente, haja vista que o teor de lactose do leite é dificilmente alterado.

Constatou-se média de 11,43 % para o extrato seco total do leite (EST). Este parâmetro é obtido pela soma dos percentuais de gordura, proteína, lactose e sais minerais, é um fator diretamente associado ao ponto de congelamento do leite, tendo este se tornado um método universalmente aceito para a constatação de fraude, principalmente por adição de água no leite (Brasil et al., 1999).

Foi verificado média de ganho de peso diário (GMD) de 0,31 kg/dia com as dietas, podendo observar a ocorrência de ganho considerável de peso. Este benefício no GMD pode ser explicado pelos valores de consumo de nutrientes (Tabela 5). Santos et al. (2011) obtiveram resultado diferente, tendo verificado perda de peso para as vacas alimentadas com silagem de cana-de-açúcar (-1,07 kg/dia), ganho de 0,13 kg/dia, para a dieta a base de silagem de milho, e, perda de -0,52 kg/dia quando utilizada cana-de-

açúcar *in natura*. Já Valvasori et al. (1998), também não observaram diferenças no ganho de peso entre os tratamentos avaliadas.

Para as médias para concentração de nitrogênio ureico do plasma (NUP), nitrogênio ureico da urina (NUU) e eficiência microbiana (EFMIC), verificou-se efeito ($P < 0,05$) de dieta para concentração de NUS e não houve efeito ($P > 0,05$) de dieta sobre as concentrações de NUU e EFMIC, sendo verificadas médias de, respectivamente, 1015,15 mg/kg PV e 185,21 gPB/kgNDT (Tabela 6).

A dieta à base de silagem de cana-de-açúcar apresentou valor de nitrogênio ureico plasmático (NUP) superior ao das demais dietas e na cana-de-açúcar *in natura* foi detectado menor valor. Segundo Gonzalez et al. (2000), a ureia sanguínea pode ser utilizada para quantificar as taxas de utilização e excreção de nitrogênio, e, desta forma, ser utilizada como monitor do equilíbrio energético/protéico em dietas para ruminantes, auxiliando no incremento da produção. O nitrogênio uréico plasmático é proveniente do nitrogênio amoniacal absorvido pela parede ruminal e do nitrogênio amoniacal originário da deaminação de aminoácidos, sejam eles oriundos da absorção pelo trato digestivo ou originado da mobilização dos tecidos corporais e que não foram utilizados pelo animal (Dijkstra et al., 1998). A concentração plasmática de ureia é positivamente relacionada à ingestão de compostos nitrogenados (Valadares et al., 1999). Assim, com base nos resultados obtidos no presente estudo, pode-se inferir que o nitrogênio fornecido foi pior aproveitado na dieta à base de silagem de cana-de-açúcar do que na contendo cana-de-açúcar *in natura*.

Com relação ao nitrogênio ureico da urina (NUU), observou-se média de 1.015,15 g/dia para as dietas. Para avaliação do balanço de nitrogênio, é importante considerar a composição das dietas, pois a inclusão de fonte de nitrogênio prontamente disponível (ureia), aliada à grande quantidade de carboidratos prontamente disponíveis no rúmen (amido da silagem de milho e sacarose da cana-de-açúcar) pode ter proporcionado melhor utilização das fontes de proteína e maior retenção de nitrogênio, segundo Moreno et al. (2010). A concentração de nitrogênio ureico é indicativo do nível proteico e energético da dieta e tem alta correlação positiva com os teores de proteína da dieta e de proteína degradável no rúmen (Broderick & Clayton, 1997; Chizzotti et al., 2007).

Para eficiência microbiana (EFMIC), observou-se média de 185,21 gPB/kgNDT. Segundo Sniffen e Robinson (1987), maiores proporções de açúcares e amido nas dietas ocasionam aumentos nas taxas de crescimento dos microrganismos fermentadores de

carboidratos não estruturais e, caso o pH ruminal esteja mantido dentro dos limites fisiológicos, a produção microbiana será maximizada.

Conclusão

Dietas com 60% de concentrado adicionado à silagem de cana-de-açúcar podem permitir às vacas suportarem alta produção de leite, similarmente a outras fontes volumosas tradicionalmente usadas como a silagem de milho e a cana-de-açúcar *in natura*.

Referências bibliográficas

BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.2964-2971, 1997.

CHEN, X.B.; GOMES, M.J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - an overview of technical details**. Aberdeen: Rowett Research Institute/ International Feed Research Unit, 1992. 21p.

CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Consumo, digestibilidade e excreção de uréia e derivados de purinas em vacas de diferentes níveis de produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.138-146, 2007.

COSTA, M.G.; CAMPOS, J.M.S.; MENDONÇA, S.S.; SOUZA, D.P.; TEIXEIRA, M.P. Desempenho Produtivo de Vacas Leiteiras Alimentadas com Diferentes Proporções de Cana-de-Açúcar e Concentrado ou Silagem de Milho na Dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2437-2445, 2005.

DETMANN, E., SOUZA, M.A., VALADARES FILHO, S.C. et al. **Métodos para análise de alimentos**. Visconde do Rio Branco: Universidade Federal de Viçosa, 2012. 214p.

DIJKSTRA, J.; FRANCE, J.; DAVIES, D. R. Different mathematical approaches to estimating microbial protein supply in ruminants. **Journal. Dairy Science**, v. 81, n. 12, p. 3370-3384, 1998.

EZEQUIEL, J.M.B.; QUEIROZ, M.A.A.; GALATI, R.L. et al. Processamento da cana-de-açúcar: Efeito sobre a digestibilidade, o consumo e a taxa de passagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1704-1710, 2005.

FERREIRA, D. A.; GONÇALVES, L. C.; MOLINA, L. R. et al. Características de fermentação da silagem de cana-de-açúcar tratada com uréia, zeólita, inoculante bacteriano e inoculante bacteriano/enzimático. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.**, v.59, n.2, p.423-433, 2007.

FUJIHARA, T.; ORSKOV, E.R.; REEDS, P.J. et al. The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. **Journal of Agricultural Science**, v.109, n.1, p.7-12, 1987

GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.; PATIÑO, H.O.; RIBEIRO, L.A. **Perfil metabólico em ruminantes : seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: Biblioteca Setorial da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 108p, 2000.

GREEN, D.A.; STOCK, R.A.; GOEDEKEN, F.K.; KLOPFENSTEIN, T.J. Energy value of corn wet milling by-product feed for finishing ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.65, n.6, p. 1655-1666, 1987.

HALL, M.B.; HEREJK, C. Differences in yields of microbial crude protein from in vitro fermentation of carbohydrates. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.2486-2489, 2001.

HARRIS JR, B.; VAN HORN, H.H.; MANOOKIAN, K.E. et al. Sugarcane Silage, Sodium Hydroxide and Steam Pressure-Treated Sugarcane Bagasse, Corn Silage, Cottonseed Hulls, Sodium Bicarbonate, and *Aspergillus* Product in Complete Rations for Lactating Cows. **Journal of Dairy Science**, v.66, p.1474-1485, 1983.

KONONOFF, P.J.; HEINRICH, A.J. and BUCKMASTER, A.D. 2003. Modification of the Penn State forage and TMR separator and the effects of moisture content on its measurements. **Journal of Dairy Science**, 86: 1858 – 1863.

LOBLEY, G.E.; CONNELL, A.; LOMAX, M.A. et al. The effect of nitrogen and protein supplementation on feed intake, growth and digestive function of steers with different *Bos taurus* genotypes when fed a low quality grass hay. **British Journal of Nutrition**, v.73, p.667-685, 1995.

MAGALHÃES, A.L.R.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: desempenho e viabilidade econômica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1292-1302, 2004.

MARCONDES, M.I., GIONBELLI, M.P., ANDRADE, F.L. et al. Utilização da silagem de cana-de-açúcar para vaca em lactação. In: MARCONDES, M.I., VELOSO, C.M., GUIMARÃES, J.D. **III Simpósio nacional de bovinocultura leiteira** : Viçosa – MG, UFV, 2011.

MENDONÇA, S.S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar ou silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.723-728, 2004.

- MERTENS, D.R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, v.64, n.5, p. 1548-1558, 1987.
- MERTENS, D.R. Nonstructural and structural carbohydrates. In: Van HORN, H.H.; WILCOX, C.J. Large dairy herd management. **Champaign: American Dairy Science Association**, 1992. p.219-235.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY Jr., G.C., (Ed.) **Forage quality, evaluation and utilization**. In: NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY, EVALUATION AND UTILIZATION. American Society of Agronomy. 1994. P.450-493.
- MORENO, G.M.B; SOBRINHO, A.G.S.; LEÃO, A.G.; LOUREIRO, C.M.B.; PEREZ, H.L.; ROSSI, R.C. Desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio em cordeiros alimentados com silagem de milho ou cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Vol.39 no.4. Viçosa. Abril 2010.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 2001. Nutrients requirements of dairy cattle. 7. Ed. Washington, D.C. 381p.
- NUSSIO, L.G.; SCHIMDT, P. Tecnologia de produção e valor alimentício de silagens de cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2., 2004, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM/CCA/DZO, 2004. p.1-33.
- ONETTI, S.G.; SHAVER, R.D.; BERTICS, S.J.; GRUMMER, R.R. Influence of corn silage particle length on the performance of lactating dairy cows fed supplemental tallow. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.86, p. 2949-2957, 2003.
- PAUL, S. S.; LAL, D. 2010. Nutrient Requirements of Buffaloes. Azadpur, Delhi, Índia: **Satish Serial Publishing House**. 138p., 2010.
- PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; RODRIGUES, A.A. et al. Performance of dairy cows fed rations produced with sugarcane silages treated with additives of fresh sugarcane. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.9, p. 1889-1893, 2010.
- PEREZ, J.F.; BALCELLS, J.; GUADA, J.A. et al. Determination of rumen microbial-nitrogen production in sheep: a comparison of urinary purine excretion with methods using ¹⁵N and purine bases as markers of microbial-nitrogen entering the duodenal. **British Journal of Nutrition**, v.75, p.699-709, 1996.
- PLAYNE, M.J., McDONALD, P. The buffering constituents of herbage and of silage. **Journal of the Science of Food and Agricultural**, v.17, p.264-268, 1966.
- QUEIROZ, O.C.M.; NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P. et al. Silagem de cana-de-açúcar comparada a fontes tradicionais de volumosos suplementares no desempenho de vacas de alta produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.358-365, 2008.
- RANGEL, A. H. N.; CAMPOS, J. M. S.; OLIVEIRA, A. S. de; FILHO, S. C. V.; ASSIS, A. J.; SOUZA, S. M. de. Desempenho e parâmetros nutricionais de fêmeas leiteiras em crescimento alimentadas com silagem de milho ou cana-de-açúcar com

concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.11, p.2518-2526, 2010 (supl.);

REID, J.T. Problems of feed evaluation related to feeding dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.11, n.7, p.2122-2133, 1961.

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

SANTOS, A.B.; PEREIRA, M.L.A.; AZEVEDO, S.T.; SIGNORETTI, R.D.; SIQUEIRA, G.R.; MENDONÇA, S.S.; PIRES, A.J.V.; PEREIRA, T.C.J.; ALMEIDA, P.J.P.; RIBEIRO, L.S.O.; PEREIRA, C.A.R. Vacas lactantes alimentadas com silagem de cana-de-açúcar com e sem aditivo bacteriano: consumo, digestibilidade, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. Salvador, v.13, n.3, p. 720-731 jul./set., 2012.

SANTOS, S.A.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E. et al. Different forage sources for F1 Holstein x Gir dairy cows. **Livestock Science**, (online), 2011.

SCHMIDT, P.; MARI, L.J.; NUSSIO, L.G. et al. Aditivos químicos e biológicos na ensilagem da cana-de-açúcar. 1. Composição química das silagens, ingestão, digestibilidade e comportamento ingestivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1666-1675, 2007. (supl.)

SILVA, S.C. A cana-de-açúcar como alimento volumoso suplementar. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Eds). **Volumosos para bovinos**. Piracicaba: FEALQ, 1993. p.59-74.

SNIFFEN, C.J.; ROBINSON, P.H. Microbial growth and flow as influenced by dietary manipulations. **Journal of Dairy Science**, v. 70, p. 425-441, 1987.

SUKSOMBAT, W.; JUNPANICHCHAROEN, P. Feeding of sugar cane silage to dairy cattle during the dry season. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v.18, n.8, p.1125-1129, 2005.

Talke H, Schubert GE. **Klinische Wochenschrift** 1965;43:174.

WALDO, D.R.; JORGENSEN, N.A. Forages for high animal production: Nutritional factors and effects of conservation. **Journal of Dairy Science**, 64:1207, 1981.

VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, G.A.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.12, p.2686-2696, 1999.

VALADARES FILHO, S.C., MACHADO, P.A.S., CHIZZOTTI, M.L. et al. CQBAL 3.0. **Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos**. Disponível em www.ufv.br/cqbal. Acesso em 21/04/2012.

VALADARES FILHO, S.C., MACHADO, P.A.S., CHIZZOTTI, M.L. et al. CQBAL 3.0. **Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos**. Disponível em www.ufv.br/cqbal. Acesso em 10/10/2013.

VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L. et al. Otimização de dietas à base de cana-de-açúcar. In: VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F.; PAULINO, P.V.R. et al. (Ed.) **Simpósio de Produção de Gado de Corte**. 6.ed. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora, 2008. p. 121-183.

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, 2002. 297p.

VAN SOEST, P.J. **Nutricional ecology of the ruminant**. 2. Ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.