

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ADITIVOS NA SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR “*IN*
NATURA” OU QUEIMADA**

Gustavo Rezende Siqueira
Zootecnista

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Fevereiro de 2009

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ADITIVOS NA SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR “*IN
NATURA*” OU QUEIMADA**

Gustavo Rezende Siqueira

**Orientador: Prof. Dr. Ruben Pablo Schocken-Iturrino
Co-Orientador: Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

**JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Fevereiro de 2009**

S618a Siqueira, Gustavo Rezende
Aditivos na silagem de cana-de-açúcar "*in natura*" ou queimada /
Gustavo Rezende Siqueira. -- Jaboticabal, 2009
xiii, 107 f. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2009
Orientador: Ruben Pablo Schocken-Iturrino
Banca examinadora: Antônio Ricardo Evangelista, Clóves
Cabreira Jobim, Luiz Gustavo Nussio, Flávio Dutra de Resende
Bibliografia

1. Bovino de corte. 2. Inoculante. 3. *Lactobacillus buchneri*. 4.
Silagem. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinárias.

CDU 636.085.52:633.61

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

GUSTAVO REZENDE SIQUEIRA – filho de Eustáquio Geraldo de Siqueira e Maria Alice Rezende Siqueira, nasceu em Conselheiro Lafaiete – MG, em 29 de agosto de 1977. Ingressou no curso de Zootecnia na Universidade Federal de Lavras em março de 1998, onde foi bolsista do CNPq no período de agosto de 1999 a julho de 2002. Foi membro do Núcleo de Estudos em Forragicultura de março de 1999 a janeiro de 2003, exercendo funções de secretário (julho de 1999 a junho de 2000) e coordenador (julho de 2000 a junho de 2001), graduou-se em Zootecnia em janeiro de 2003, recebendo nessa circunstância o Certificado de Distinção pela Universidade Federal de Lavras. Em fevereiro de 2005 obteve o título de Mestre em Zootecnia, pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, sob orientação do Prof. Dr. Ruben Pablo Schocken-Iturrino e co-orientação do Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis. Em março de 2005 ingressou no curso de pós-graduação, Doutorado em Zootecnia, por essa mesma instituição, sob orientação do Prof. Dr. Ruben Pablo Schocken-Iturrino e co-orientação do Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis. Em junho de 2005 foi efetivado no cargo de pesquisador científico pela Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA) onde permanece até o momento.

***Deve-se estudar um problema
e com o tempo a solução irá se revelar***

Albert Einstein

A Deus,

Que é o nosso guia e mais fiel companheiro e conselheiro.

Ofereço essa conquista.

*Aos meus pais, Eustáquio e Maria Alice,
Que independentemente de qualquer empecilho, como a distância,
sempre foram os meus heróis.*

*A minha noiva Marcella que compreendeu cada momento,
me deu força para continuar lutando
e por todo o seu auxílio na condução deste trabalho.*

*A minha irmã Inara que sempre foi uma ótima conselheira
e principalmente grande amiga e ao seu futuro marido Wallace.*

Dedico a vocês esse momento de vitória.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Estadual Paulista FCAV – Campus de Jaboticabal pela acolhida e oportunidade de realização de mais uma etapa da minha formação profissional.

A Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios por permitir e apoiar essa nova etapa da minha carreira profissional.

A Fapesp por ter acreditado no nosso trabalho e financiado esta pesquisa.

Ao Prof. Dr. Ruben Pablo Schocken-Iturrino por ter continuado a depositar confiança em mim, seguindo os caminhos do mestrado, pela sua orientação, ensinamentos e amizade. E por ser além de um orientador é um grande amigo.

Ao Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis por pelos seus ensinamentos e pelo exemplo de profissional dedicado. E também agradeço pela amizade e confiança construídas nesses anos de trabalho em conjunto. Aproveito também para agradecer a Sandra Reis, por nos apoiar e nos aconselhar durante todo esse convívio.

Aos professores Dr. Antônio Ricardo Evangelista, Dr. Clóves Cabreira Jobim, Dr. Luiz Gustavo Nussio e Dr. Flávio Dutra de Resende pelas valiosas contribuições na avaliação desse trabalho. Aproveito também para agradecer-los e parabenizá-los pelos trabalhos desenvolvidos na área de conservação de forragens, que foram fundamentais na minha formação científica.

Aos Professores Kléber Tomás de Resende, Alexandre A. Moraes Sampaio, Ana Claudia Ruggieri e Telma Teresinha Berchielli pelas contribuições na minha formação profissional, bem como a oportunidade de convivência com exemplos de profissionalismo.

Aos pesquisadores da APTA – Alta Mogiana (Flávio, Ricardo, Marcelo Faria, Anita, José Victor, Celso, José Antônio, Fernando, Ivana, Marcelo Ticelli, Elaine e José Fernando), pelo seu coleguismo e companheirismo durante a execução do doutorado.

Aos funcionários do LANA Ana Paula, Sr. Orlando e Magali pela amizade e auxílio na pesquisa desenvolvida.

Aos funcionários da APTA – Alta Mogiana por todo o auxílio e dedicação na condução de cada etapa desta fase.

Ao amigo-irmão Dr. Thiago Fernandes Bernardes (Grisalho) por ser um exemplo de competência, dedicação e seriedade, além de ser um grande companheiro e cúmplice em todo o trabalho desenvolvido. Agradeço também toda a sua família.

A amiga-irmã Dra. Izabelle A.M.A. Teixeira (Belle) por ser uma ótima conselheira e principalmente por ser um grande exemplo de um profissional brilhante, no qual eu tento me espelhar. Agradeço também a toda sua família Gustavo, Pedro e Ana Luiza, pela adorável convivência.

Ao Dr. Flávio Dutra de Resende, que além de meu chefe é um grande amigo e exemplo de profissional e pessoa. Que a amizade construída nesses poucos anos prospere por muitos mais. E agradeço também a acolhida tão sincera de toda a sua família, Tia Ana, Igor e Ana Flávia.

A minha querida cunhadinha, Anna Paula (Dequinha) que além do vínculo familiar é uma grande colega e parceira em todos os meus trabalhos. Dequinha, muito obrigado por toda a sua ajuda.

Aos meus sogros, Paul Antony e Martha, pela acolhida e carinho a mim desprendido. Agradeço também ao novo membro da família Matheus.

Aos amigos Toinzinho e Sueli pela sua ajuda especial na realização do meu curso de doutorado e aos funcionários Sidney (Assobio) e Milton (Miltinho) pela sua dedicação na condução do experimento o meu muito obrigado.

Aos estagiários da UNIFEB pelo auxílio indispensável na condução deste e de outros experimentos Antônio Rafael, Luiz Henrique, Letícia, Talita, João, Afonso, Rodolfo, Ricardo Rivas, Renatinho, Lúcio, Marina e Weligthon.

Aos colegas de pós-graduação: Roberta, Felipe, Rodrigo Vidal, Daniel, André (Catatau), Márcia, Jalme Jr., Jucileia, Amanda, Liandra e todos os demais, pela oportunidade de convivência durante o curso de pós-graduação.

Aos pós-graduandos que estão ou passaram pela APTA – Alta Mogiana, Ricardo Linhares, Marcella Roth, Renius Mello, Gabriel Drubi, Juliano Roman, Maria Fernanda, Ernani Andrade, Raul Pazdiora, Matheus Moretti e Geraldo Almeida, pelas contribuições nessa e em outras pesquisas.

A todos vocês o meu sincero MUITO OBRIGADO!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	xii
SUMMARY.....	xiii
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1. Introdução.....	1
2. A cana-de-açúcar como alimento para ruminantes.....	2
3. Perdas na ensilagem da cana-de-açúcar.....	4
4. Estratégias de controle de perdas na ensilagem da cana-de-açúcar.....	7
4.1 <i>Lactobacillus buchneri</i>	8
4.2 Óxido de cálcio.....	10
5. Objetivos gerais.....	12
6. Referências	13
CAPÍTULO 2 - PERFIL FERMENTATIVO DE SILAGENS DE CANA-DE-AÇÚCAR “IN NATURA” OU QUEIMADA E TRATADAS OU NÃO COM <i>L. buchneri</i>	20
RESUMO.....	20
1. Introdução.....	21
2. Material e Métodos.....	22
3. Resultados e Discussão.....	24
4. Conclusões.....	44
5. Referências	45
CAPÍTULO 3 - ÓXIDO DE CÁLCIO E <i>Lactobacillus buchneri</i> NCIMB 40788 NA ENSILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR “IN NATURA” OU QUEIMADA.....	49
RESUMO.....	49
1. Introdução.....	50

2. Material e Métodos.....	51
3. Resultados e Discussão.....	54
4. Conclusões.....	69
5. Referências	70
CAPÍTULO 4 SILAGENS DE CANA-DE-AÇÚCAR COMPARADAS COM VOLUMOSOS CONVENCIONAIS NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS DE CORTE CONFINADOS.....	74
RESUMO.....	74
1. Introdução.....	75
2. Material e Métodos.....	76
2.1 Tratamentos avaliados e montagem do experimento.....	76
2.2 Determinação das perdas nos silos.....	78
2.3 Animais e instalações experimentais.....	78
2.4 Amostragens e análises.....	78
2.5 Comportamento ingestivo.....	80
2.6 Características das carcaças.....	80
2.7 Delineamentos experimentais.....	81
3. Resultados.....	81
3.1 Perdas das silagens.....	81
3.2 Desempenho animal.....	82
3.3 Parâmetros ruminais.....	84
3.4 Comportamento ingestivo.....	85
3.5 Características das carcaças.....	86
4. Discussão.....	89
3.1 Perdas das silagens.....	89

3.2 Desempenho animal.....	90
3.3 Parâmetros ruminais.....	93
3.4 Comportamento ingestivo.....	94
3.5 Características das carcaças.....	96
5. Conclusões.....	97
6. Referências.....	98
CAPÍTULO 5. IMPLICAÇÕES.....	104

ADITIVOS NA SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR “*IN NATURA*” OU QUEIMADA

RESUMO: Foram realizados três experimentos com o objetivo de avaliar o efeito do *L. buchneri* (LB) e/ou do óxido de cálcio (CaO) na ensilagem de cana-de-açúcar *in natura* ou queimada. No primeiro experimento os tratamentos foram cana-de-açúcar *in natura* (CI) ou tratada com *L. buchneri* (CIB) e cana-de-açúcar queimada (CQ) ou tratada com *L. buchneri* (CQB), avaliadas com 0, 1, 4, 7, 14, 28 e 56 dias de fermentação, com três repetições por tratamento. A digestibilidade verdadeira *in vitro* da matéria seca sofreu severa redução já no primeiro dia de armazenamento, chegando a reduzir em cerca de 20 unidades percentuais aos 56 dias de armazenamento. No segundo experimento os tratamentos avaliados foram: silagens de cana-de-açúcar *in natura* sem aditivo, com LB, com CaO (1% da matéria natural) e com a associação do LB e do CaO e silagem de cana-de-açúcar queimada sem aditivos, com LB, com CaO e LB + CaO. Pelas análises multivariadas, foi possível constatar que a presença de CaO foi o fator que propiciou a maior discriminação dos grupos. No terceiro experimento, avaliaram-se rações contendo silagem de milho (SM), cana-de-açúcar fresca (CF) e as silagens de cana-de-açúcar CI, CIB, CQ e CQB. O ganho médio de peso não apresentou diferença, tendo como média geral do confinamento o valor de 0,895 kg/dia. Silagens de cana-de-açúcar queimada apresentaram maiores perdas e alterações fermentativas e nutricionais, que as silagens de cana-de-açúcar *in natura*. O *L. buchneri* deve ser utilizado em silagens de cana-de-açúcar queimada e nas de cana-de-açúcar *in natura* seu uso é dispensável. O uso de silagens de cana-de-açúcar em relação a SM e CF não alterou o desempenho de novilhas de corte confinadas. O óxido de cálcio pode ser considerado um aditivo promissor, na ensilagem da cana-de-açúcar.

Palavras-chave: bovinos de corte, inoculantes, *Lactobacillus buchneri*, óxido de cálcio, silagem

ADDITIVES “*IN NATURE*” OR BURNED SUGARCANE SILAGE

SUMMARY: Three trials were carried out to evaluate the effect of *L. buchneri* (LB) and/or calcium oxide (CaO) “*in nature*” or burned sugarcane silage. In the first experiment the treatments were “*in nature*” sugarcane silage (IS) or treated with *L. buchneri* (ISB) and burned sugarcane silage (BS) or treated with *L. buchneri* (BSB), evaluated after 0, 1, 4, 7, 14, 28 and 56 days of storage, with three replications per treatment. The true *in vitro* dry matter digestibility reduced severely in the first days of the fermentation phase, the values was about 20 percentage loss during the 56 days of storage. In the second experiment the treatments were: “*in nature*” without additive, plus LB, or CaO (1% wet basis), and association of the LB and CaO, and burned sugarcane silage without additives, with LB, with CaO and LB plus CaO. According the multivariate analysis, it was possible to observe that the CaO application was the factor that provided the greatest discrimination for the groups formations. In the third experiment, were evaluated diets containing corn silage (CS), fresh sugarcane (FC) and sugarcane silages, IS, ISB, BS and BSB. Average weight gain showed no statistical difference among treatments, the general means value was 0.895 kg/day. Burned sugarcane silage show highest fermentation losses and nutritional changes, that the silage from “*in nature*” sugarcane. The *L. buchneri* acted partly in the burned sugarcane silage; however in the “*in nature*” sugarcane silages the additive doesn't present positive effect. In the beef cattle feedlot, replacement of conventional forage (CS or SF) for sugarcane silages is feasible. Calcium oxide can be considered a promising additive in sugarcane silage production.

Keywords: beef cattle, calcium oxide, inoculants, *Lactobacillus buchneri*, silage

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. Introdução

A adoção de tecnologias pelos pecuaristas torna-se a cada dia mais evidente. Levantamentos da Scot consultoria mostram que a adoção crescente de tecnologia, quer seja nas fases de recria e terminação ou na pecuária de ciclo completo, aumenta a rentabilidade dos sistemas de produção (NOGUEIRA, 2008). Uma dessas tecnologias é a adoção do confinamento, que entre outras vantagens, permite reduzir a idade de abate, a lotação das pastagens na entressafra e aumentar o giro de capital do pecuarista.

A pecuária de corte, predominantemente, é baseada na criação de animais em pastagens. Uma pequena porcentagem dos animais, aproximadamente 5%, são terminados em confinamento. Cabe ainda ressaltar, que no Brasil o confinamento é utilizado apenas para a terminação, isto é, o animal antes de chegar ao confinamento passou por todo um período de cria e recria em pastagens. Todavia, os levantamentos realizados pela equipe do site Beefpoint (CAVALCANTI & CAMARGO, 2002), mostram que desde 2002 os cinquenta maiores confinamentos do Brasil, tem intenção de aumento no número de animais confinados. Em 2002, o primeiro ano do levantamento, os 50 maiores confinamentos foram responsáveis pela terminação de 438 mil animais, já para 2008 a previsão foi de confinar aproximadamente 1,7 milhões de animais, dados ainda não apresentados. A respeito da ração fornecida aos animais, 72% dos confinamentos pesquisados utilizaram silagem como volumoso durante o período de confinamento, no ano de 2007, e a porcentagem média da participação do volumoso foi de 33,18%.

A cana-de-açúcar é utilizada em cerca de 30% dos grandes confinamentos. Um dos entraves de sua utilização, nesses sistemas de produção, é a logística operacional de colheita diária. Várias revisões apontam que o corte diário da cana-de-açúcar é a principal justificativa para a ensilagem desta forragem (RESENDE et al., 2005; NUSSIO et al. 2003a e SIQUEIRA et al., 2008). Todavia, a decisão pela ensilagem da cana-de-

açúcar, deve ser tomada com base em critérios técnicos e econômicos, pois essa técnica proporciona elevados índices de perdas.

Na ensilagem de plantas tropicais, a principal dificuldade é colher a planta no momento ideal para ser ensilada. No caso, da cana-de-açúcar esse problema é mínimo, pois ela apresenta características intrínsecas, tais como: teor de matéria seca, de carboidratos solúveis e capacidade tampão, adequadas para ensilagem em pelo menos três meses. No entanto, o milho que é a principal planta ensilada no Brasil, apresenta-se apto para a colheita durante dez dias. O principal problema relacionado à ensilagem da cana-de-açúcar, está na fermentação por leveduras, durante o armazenamento deste alimento.

SCHMIDT (2008) fez um levantamento de trabalhos publicados sobre ensilagem de cana-de-açúcar e constatou que, o principal objetivo foi o controle de perdas pela adição de aditivos. Neste contexto, esse autor relatou que os principais aditivos utilizados foram *Lactobacillus buchneri*, uréia, benzoato de sódio e recentemente o uso do óxido de cálcio. Este mesmo autor concluiu que novas pesquisas são necessárias, avaliando além do padrão de fermentação e das perdas inerentes ao processo de ensilagem, o mecanismo de ação dos aditivos e variáveis de resposta em animais

2. A cana-de-açúcar como alimento para ruminantes

A utilização da cana-de-açúcar como recurso forrageiro em confinamentos vem crescendo ano a ano e vários são os motivos que levam técnicos e produtores a introduzir este volumoso na formulação da dieta para ruminantes. Um deles é a expansão da cultura no Brasil. Outro ponto importante é que o mito de ser considerado um volumoso restrito a animais de baixo potencial produtivo, quer seja para a produção de leite ou de carne, preconizado por pesquisadores e técnicos nos anos 70 e 80, vem sendo substancialmente renegado. Encontrava-se na literatura, estudos como os de NAUFEL et al. (1969) e NOGUEIRA FILHO et al. (1977) que limitavam a utilização da cana-de-açúcar em 50% da fonte de volumoso, por causa da restrição no consumo e conseqüente queda na produção de leite. As produções máximas obtidas nesses estudos foram de 10 kg leite/dia/vaca.

Atualmente, os conceitos foram se modificando, e o pecuarista passou a entender que este alimento é fonte de energia, ao invés de ser criticado pelo baixo teor de proteína (SIQUEIRA et al., 2007a). CORRÊA et al. (2003) e QUEIROZ et al. (2008), demonstraram em seus estudos, que a cana-de-açúcar pode ser utilizada como volumoso único para animais de alta produção. Esses autores constataram média de produção de leite de 31,2 e 24,6 kg leite/dia, respectivamente, utilizando a cana-de-açúcar como volumoso. No caso da alimentação de bovinos de corte, FERNANDES et al. (2007), observaram ganho de peso de 1,42 kg/dia em animais alimentados com cana-de-açúcar, outros resultados como esses são frequentemente encontrados na literatura. Em média a porcentagem de inclusão da cana-de-açúcar nessas rações nos três experimentos foi de 40% da matéria seca.

Aliada a evolução técnica da utilização da cana-de-açúcar, as análises econômicas têm sido favoráveis, quando comparada com a utilização de silagens de milho, sorgo ou capim (NUSSIO et al., 2003b e RESENDE et al., 2005). SIQUEIRA et al. (2008) fizeram avaliações do lucro por animal e por área obtidos com diferentes produtividades de cana-de-açúcar e milho, ambos ensilados. Utilizando os dados de desempenho obtidos por ROMAN et al. (2008) que avaliaram 300 bovinos submetidos a rações contendo essas forragens. Os autores constataram que o lucro por animal, é igualado em produções de 12,5 t de MS/ha de milho e 25 t MS/ha de cana-de-açúcar. Já o lucro por hectare torna-se equivalente em produções de 15 e 25 t MS/ha de milho e cana-de-açúcar, respectivamente. Desta forma, demonstrou-se que a objetividade do sistema de produção em priorizar lucro, por animal ou por área, juntamente com as condições edafoclimáticas que baseiam os limites de produtividade, devem ser os principais definidores da escolha do volumoso. E também, que a cana-de-açúcar é uma opção forrageira que pode ser utilizada na maioria dos sistemas de produção de bovinos de corte.

3. Perdas na ensilagem da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é uma planta rica em açúcares solúveis, cerca de 23% (PEDROSO et al., 2005), com baixa capacidade tampão 7 e.mg de HCl/100 g de MS (SIQUEIRA et al., 2007b) e adequado teor de matéria seca (MS), variando de 25 a 35% (BERNARDES et al., 2007, SCHMIDT et al., 2007 e SIQUEIRA et al., 2007c). Essas características propiciam a cana-de-açúcar elevada capacidade fermentativa. “Hipoteticamente” a cana-de-açúcar seria uma planta com características intrínsecas necessárias para a ensilagem, muito superiores a outras culturas, tais como o milho, sorgo e capins tropicais. Essas condições, aliadas a um bom manejo de ensilagem relacionado ao tamanho de partícula, compactação e vedação, são propícias, para o desenvolvimento de microrganismos desejáveis, como *lactobacillus*, *pediococcus* entre outras bactérias homofermentativas. Como existe, alta disponibilidade de substratos e condições de anaerobiose adequada, inicia-se a produção de ácidos, que aliada a baixa capacidade tampão reduz os valores de pH rapidamente. Nos estudos de EVANGELISTA et al. (2009) e PEDROSO et al. (2005), observou-se redução do pH a valores inferiores a 4, aos três dias de fermentação, o que seria desejável a qualquer silagem.

A cana-de-açúcar possui uma microflora epífita rica em leveduras que pode chegar 1×10^6 ufc/g de forragem fresca. A maioria das espécies de leveduras necessita de oxigênio para seu crescimento, pois a via respiratória apresenta maior rendimento energético. Todavia, algumas espécies de leveduras se desenvolvem em condições anaeróbias, podendo manter altas populações nessas condições, em decorrência da fermentação dos açúcares (WALKER, 1998). No caso, da ensilagem da cana-de-açúcar, onde a queda do pH é rápida, as leveduras dominam o processo fermentativo, pois não são inibidas pela redução do pH no alimento e possuem a habilidade de crescer em intervalos de pH de 2 a 8. Essa característica possibilita as leveduras a ocuparem diferentes nichos ambientais, quando comparados às bactérias (McDONALD et al., 1991; WALKER, 1998), além do fato do etanol ser tóxico a muitos microrganismos.

Segundo McDonald et al. (1999) a fermentação por leveduras gera perda de massa 48,9%, devido a produção de CO₂ (Equação 1), que após ser sintetizado é perdido para o ambiente.



Essas perdas podem ser aumentadas, em razão da volatilização do etanol, principalmente observadas em silos de grande escala. Em vários estudos, observaram-se baixos teores de etanol nas silagens de cana-de-açúcar, segundo os autores o etanol deve 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).

Ao analisar dados de estudos (PEDROSO et al., 2005 e SOUZA et al., 2008), que avaliaram a porcentagem de carboidratos solúveis e quantificaram as perdas na forma de gases, pode-se afirmar que além dos açúcares solúveis outros compostos podem ser perdidos, pois as perdas por gases em relação a matéria seca ensilada têm sido superiores a redução da porcentagem dos carboidratos solúveis.

Apesar de inferior às perdas por gases, ainda existe a produção de efluente, que pode ser considerada outra fonte de perdas. Considerando o teor de MS do efluente (6%) sugerido por SCHMIDT (2006), as perdas devido ao efluente normalmente observado nas silagens de cana-de-açúcar (15 a 40 kg/t de forragem ensilada), não representariam mais do que 1% da matéria seca. Em silagens de cana-de-açúcar, que passaram pelo processo de queima ocorre elevação das perdas por efluente. Os autores sugerem que, o principal motivo é a eliminação da palha pelo fogo, uma vez que esse componente apresenta elevado teor de matéria seca e poderia atuar como aditivo sequestrante de umidade (ROTH et al., 2006, ROTH et al., 2007 e SIQUEIRA et al., 2009). Os valores observados na ensilagem da cana-de-açúcar queimada variam de 50 a 100 kg de efluente / t de forragem ensilada, que por sua vez, representariam de 1 a 2% da matéria seca.

Uma das conseqüências das perdas de matéria seca é a elevação proporcional dos constituintes fibrosos e conseqüente redução da digestibilidade *in vitro* da matéria

seca (DIVMS) da silagem, quando comparada à cana-de-açúcar no momento da ensilagem (Tabela 1).

Em termos médios para o aumento de cada unidade de FDN, a DIVMS reduziu em 0,83 unidades. Na média, observa-se nas silagens sem aditivo, elevação de 16 pontos percentuais de FDN o que corresponde a redução de 13,3 pontos percentuais de DIG.

Tabela 1. Variações na fibra em detergente neutro (FDN) e na digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) da cana-de-açúcar no momento da ensilagem e na abertura dos silos

Fonte	Forragem fresca		Silagem		Variação	
	FDN	DIVMS	FDN	DIVMS	FDN	DIVMS
PEDROSO et al. (2005)	49,6	62,9	72,9	45,5	+23,3	-17,4
SANTOS et al. (2006)	47,3		69,9		+22,6	
BERNARDES et al. (2007)	42,0		54,9		+12,9	
BALIEIRO NETO et al. (2007)	55,5	66,5	63,3	62,1	+7,8	-4,4
SIQUEIRA et al. (2007c)	52,1	52,6	75,3	35,1	+23,2	-17,5
FERREIRA et al. (2007)	55,3	58,1	69,7	46,5	+14,4	-11,6
SCHMIDT et al. (2007)	55,5	51,3	66,0	41,9	+10,5	-9,4
SANTOS et al. (2008)	52,9	59,0	67,1	48,7	+14,2	-10,3
SOUZA et al. (2008)	48,7	63,6	68,1	50,4	+19,4	-13,2
CAVALI (2006)	44,0	66,9	62,9	48,4	+18,9	-18,5
MALDONADO (2007)	43,9	58,7	55,4	51,9	+11,5	-6,8
AMARAL (2007)	54,1		68,7		+14,6	

A contabilização de perdas na ensilagem da cana-de-açúcar deve ser feita em termos quantitativos e qualitativos. SIQUEIRA et al. (2007c) afirmaram que a avaliação simplista das características bromatológicas sem as devidas correções das perdas quantitativas pode subestimar a verdadeira extensão das perdas qualitativas. Na busca por uma quantificação mais abrangente, esses autores propuseram a utilização da recuperação da matéria seca digestível, como uma variável que englobasse conceitos quantitativos e qualitativos das perdas durante a ensilagem. Todavia cabe ressaltar que em muitos trabalhos não foram observadas diferenças de ganhos em peso dos animais

alimentados com silagem de cana-de-açúcar comparados aos alimentados com cana-de-açúcar fresca.

4. Estratégias de controle de perdas na ensilagem da cana-de-açúcar

BERNARDES et al. (2005) afirmaram que as perdas ocorridas no processo de ensilagem são relacionadas, principalmente a falta de planejamento, e conseqüentemente a erros básicos com técnicas de manejo como afiamento das facas da colhedora, rápido enchimento do silo, pressão exercida e tempo de compactação ideal e retirada de camadas diárias de no mínimo 20 cm ao dia em toda a extensão do painel. Esses autores comentam que o uso de aditivos pode funcionar como recurso para o controle de perdas dentro do processo de produção de silagens, porém não reduzem erros cometidos durante o manejo. COSTA et al. (2001), em revisão sobre a utilização de aditivos concluíram que o impacto do uso de aditivos e/ou inoculantes comerciais na qualidade e no valor nutritivo de silagens tem sido controvertido. Essas afirmações precedem quando se trata da ensilagem de plantas de milho e de sorgo, todavia, a cana-de-açúcar requer a inclusão de algum aditivo que controle as perdas quantitativas durante a fermentação (SIQUEIRA et al., 2007b e PEDROSO et al., 2007).

Nos últimos anos, diversos trabalhos têm sido conduzidos com o intuito de avaliar técnicas que melhorem o padrão de fermentação da silagem de cana-de-açúcar, baseadas principalmente na utilização de aditivos. Resultados satisfatórios foram encontrados com aditivos absorventes, como rolão de milho (ANDRADE et al., 2001; SANTOS et al., 2006) e resíduo de cultura de soja (FREITAS et al., 2006); aditivos químicos como uréia (SANTOS et al., 2006; PEDROSO et al., 2007; LOPES et al., 2007; SIQUEIRA et al., 2007b,c), benzoato de sódio (PEDROSO et al., 2007; SCHMIDT et al., 2007; SIQUEIRA et al., 2007b,c) e óxido de cálcio (ROTH et al., 2006; BALIEIRO NETO et al., 2007; SANTOS et al., 2008), inoculantes bacterianos, principalmente com *Lactobacillus buchneri* (PEDROSO et al., 2007; SCHMIDT et al., 2007; SIQUEIRA et al., 2007b,c; SOUZA et al., 2008); ou ainda associação entre inoculantes bacterianos (SOUZA et al., 2008) e com aditivos químicos (SIQUEIRA et al., 2007b,c).

O *Lactobacillus buchneri* segundo NUSSIO & SCHMIDT (2004) seria um dos aditivos mais promissores no controle de perdas na ensilagem da cana-de-açúcar até aquele presente momento. Já SCHMIDT (2008) apontou o óxido de cálcio como o aditivo que apresentou os melhores resultados em relação a fermentação, todavia com poucos trabalhos avaliando o desempenho animal.

4.1 *Lactobacillus buchneri*

O *Lactobacillus buchneri* é uma bactéria heterofermentativa que fermenta açúcares de seis carbonos e produz ácidos láctico e acético; mas ele pode fermentar o ácido láctico e produzir ácido acético (MUCK, 2008). O ácido acético em baixas concentrações já é eficiente em reduzir a população de leveduras, já a atuação do ácido láctico sobre o crescimento de leveduras, depende da espécie (DANNER et al., 2003). Além de não reduzir o crescimento das leveduras, segundo BRAVO-MARTINS (2004) a maioria das espécies de leveduras utilizam o ácido láctico como substrato.

O ácido acético em pH inferior ao seu pK_a (4,75) fica na forma não dissociada, sendo a membrana de leveduras e fungos permeável a ele, conseqüentemente a entrada do ácido é realizada via transporte passivo (DANNER et al., 2003). Dentro da levedura, ele é dissociado ($RCOO^-$ e H^+) devido ao fato de o pH interno do microrganismo ser por volta de 7,0 (superior ao pK_a), liberando íons H^+ , conseqüentemente ocorre rápida redução do pH intracelular (Figura 1). Para elevar novamente o pH, o microrganismo tem de expulsar os íons H^+ , implicando gasto de energia, por se tratar de um processo de transporte ativo, retardando o crescimento e podendo causar a morte celular (McDONALD et al., 1991). Em silagens de cana-de-açúcar, o pH decresce para valores inferiores a 4,75 com apenas um dia de fermentação (PEDROSO et al., 2005 e EVANGELISTA et al., 2009).

Um dos questionamentos sobre a eficiência do *L. buchneri* na ensilagem da cana-de-açúcar, seria o seu comportamento em situações de pH baixo (<4,0), pois a maioria dos microrganismos reduz ou cessam seu crescimento nessa faixa de pH. Todavia, OUDE ELFERINK (2001) avaliaram o comportamento do *L. buchneri* em

diferentes condições de pH, concluindo que em valores de pH de 3,8 o *L. buchneri* é mais eficiente em consumir ácido láctico do que em valores de pH igual a 5,8.

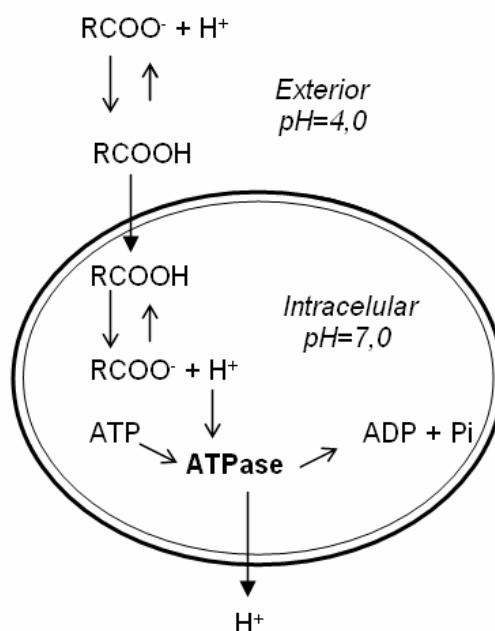


Figura 1. Transformações do ácido orgânico em ambiente de baixo pH e na presença da célula microbiana
Adaptado de DAVIDSON (1997), BERNARDES (2003)

Atualmente existem vários estudos com a utilização do *L. buchneri* na ensilagem da cana-de-açúcar. SCHMIDT (2008) fez um levantamento de trabalhos que avaliaram a ensilagem da cana-de-açúcar. Esse autor agrupou os principais resultados avaliando o efeito do *L. buchneri* em silagens de cana-de-açúcar (Tabela 2).

SCHMIDT (2008) relatou que a maioria dos ensaios a dose utilizada foi a recomenda pelo fabricante 5×10^4 UFC/g de massa ensilada, em apenas dois ensaios (PEDROSO, 2003 e SCHMIDT, 2006) foi utilizada a dose $3,6 \times 10^5$ UFC/g de massa ensilada. Estes dois estudos foram os pioneiros na utilização deste aditivo, na ensilagem da cana-de-açúcar, e também foram os únicos que obtiveram resposta positiva em relação ao desempenho animal. PEDROSO (2003) observou incremento de ganho de peso de 0,3 kg/dia em novilhas leiteiras, recebendo ração com silagem de cana-de-açúcar inoculada com *L. buchneri* em relação aos animais recebendo silagem

controle. SCHMIDT (2006), da mesma forma, observou incremento de 0,18 kg/dia em tourinhos Nelore x Canchim. Ainda segundo SCHMIDT (2008) as razões pela inobservância de efeitos positivos, nos demais estudos de desempenho animal, permanecem incógnitas.

Tabela 2. Resultados de trabalhos publicados avaliando inoculação do *L. buchneri* na ensilagem da cana-de-açúcar

Variável	Efeito (% dos trabalhos)		Número de estudos
	Positivo	Negativo/Sem efeito	
Perda de MS	44	56	16
Efluente	23	77	13
Etanol	50	50	16
Acido acético	20	80	10
Estabilidade	42	58	12
Consumo de MS	18	82	11
Desempenho	25	75	8

Fonte: SCHMIDT (2008)

4.2 Óxido de cálcio

A utilização do óxido de cálcio foi preconizada para realização da hidrólise alcalina da cana-de-açúcar *in natura*, cujos objetivos são elevar a digestibilidade da fração fibrosa e propiciar estabilidade aeróbia a cana-de-açúcar *in natura* picada. Como há crescente interesse e relativa carência de informações, vários estudos estão sendo desenvolvidos com o intuito de fornecer uma posição segura para esta alternativa de manejo (SIQUEIRA et al., 2007a).

Em um segundo momento, o óxido de cálcio foi utilizado na ensilagem da cana-de-açúcar, com objetivo de controlar o crescimento de leveduras em condições anaeróbias, em razão do aumento dos valores de pH e da pressão osmótica, que, consequentemente altera a população de microrganismos. SANTOS (2007) em revisão sobre o uso de aditivos alcalinos constatou que, esses aditivos podem neutralizar parcialmente os ácidos orgânicos aumentando o tempo de fermentação e favorecendo a produção de ácidos durante a fermentação.

Na ensilagem da cana-de-açúcar, como já comentado anteriormente, os valores de pH decrescem rapidamente, inibindo desta forma a atuação da maioria dos microrganismos e como as leveduras são tolerantes a essa alteração do ambiente elas passam a dominar o processo fermentativo da cana-de-açúcar. Como a utilização do óxido de cálcio aumenta o tempo de fermentação, possivelmente, poder-se-á prolongar a atuação de microrganismos fermentadores que geram menores perdas.

BALIEIRO NETO et al. (2007) avaliaram diferentes doses de óxido de cálcio e concluíram que a aplicação de 2% resultou em silagens com menores perdas, menores concentrações de fibra e maior digestibilidade. ROTH et al. (2006) estudou o efeito do óxido de cálcio em silagens de cana-de-açúcar *in natura* e queimada, e, conclui que a dose de 1% foi eficiente no controle de perdas nas duas silagens. SANTOS et al. (2008) avaliou o efeito do óxido de cálcio, do calcário e do gesso em silagens de cana-de-açúcar, sendo que o óxido de cálcio aplicada na dose de 1,0% promoveu efeitos benéficos na fermentação.

No levantamento realizado por SCHMIDT (2008) sobre a utilização de óxido de cálcio na ensilagem da cana-de-açúcar, verificou-se que os resultados das pesquisas, até o momento têm sido bastante positivos, com reduções nas perdas de MS, produção de efluente e etanol, além do incremento sobre a estabilidade aeróbia e digestibilidade *in vitro*. Contudo, benefícios sobre o desempenho animal não foi observado por MARI (2008), nem em estudos em andamento conduzidos por ROTH (comunicação pessoal) e PEREIRA (comunicação pessoal).

O processo de ensilagem tem que ser analisado sobre uma óptica compartimentalizada. Nem sempre, um aditivo será capaz de atuar significativamente sobre as fases de fermentação, estabilidade aeróbia e desempenho animal. Todavia, resultados benéficos em uma fase não podem ser desprezados em detrimento a não obtenção de efeitos em outras fases. Um aditivo que reduza as perdas fermentativas pode ser técnica e economicamente viável, sem elevar o desempenho animal.

5. Objetivos

O objetivo geral foi encontrar aditivos capazes de controlar as perdas ocorridas na ensilagem da cana-de-açúcar e avaliar a viabilidade de uso de silagens de cana-de-açúcar na alimentação de gado de corte confinamento. Como o objetivo geral é amplo ele foi dividido em objetivos específicos:

Comparar as perdas, a dinâmica microbiológica e alterações fermentativas e nutritivas de silagens de cana-de-açúcar *in natura* ou queimada e tratadas ou não com *Lactobacillus buchneri* durante o período de armazenamento.

Avaliar os efeitos da inclusão do óxido de cálcio e/ou do *Lactobacillus buchneri* sobre as perdas e alterações químicas em silagens de cana-de-açúcar *in natura* ou queimada.

Contrastar a utilização de volumosos convencionais (silagem de milho ou cana-de-açúcar *in natura*) com silagens de cana-de-açúcar *in natura* ou queimada e tratadas ou não com o *Lactobacillus buchneri* na alimentação de bovinos de corte confinados.

6. Referências

- AMARAL, R.C. **Avaliação de aditivos químicos sobre as perdas e valor alimentício das silagens de cana-de-açúcar para ovinos**. 2007. 165p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Ciência Animal e Pastagem) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2007.
- ANDRADE, J.B.; FERRARI Jr., E.; BRAUN, G. Valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar tratada com uréia e acrescida de rolão-de-milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.9, p.1169-1174, 2001.
- BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A. et al. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1231-1239, 2007.
- BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A. Importância do planejamento na produção e uso da silagem. In: EVANGELISTA, A.R.; AMARAL, P.N.C.; PADOVANI, R.F. (Eds) **Forragicultura e pastagens: temas em evidência**. Lavras:UFLA, 2005. p.121-176.
- BERNARDES, T.F.; REIS, R.A.; SIQUEIRA, G.R. et al. 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. **Características fermentativas, microbiológicas e químicas do capim-Marandu (Brachiaria brizantha (Hoschst ex. A. Rich) Stapf cv. Marandu) ensilado com polpa cítrica peletizada**. 2003. 118f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.
- BRAVO-MARTINS, C.E.C. **Identificação de leveduras envolvidas no processo de ensilagem de cana-de-açúcar e utilização de extratos vegetais como seus inibidores**. 2004. 148p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

CAVALCANTI, M.R.; CAMARGO, A. **Pesquisa top BeefPoint de confinamento 2007-2008.** www.beefpoint.com.br. Acesso em 30/11/2008.

CAVALI, J. **Cana-de-açúcar ensilada com óxido de cálcio, capim-elefante ou inoculante bacteriano.** 2006. 60p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

CORRÊA, C.E.S.; PEREIRA, M.N.; OLIVEIRA, S.G. et al. Performance of Holstein cows fed sugarcane or corn silages of different grain textures. **Scientia Agricola**, v.60, p.221-229, 2003.

COSTA, C.; MONTEIRO, A.L.G.; BERTO, D.A. et al. Impacto do uso de aditivos e/ou inoculantes comerciais na qualidade de conservação e no valor alimentício de silagens. In: JOBIM, C.C. et al. (Ed) **Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas.** Maringá: UEM/CCA/DZO, 2001, p.87-126.

DANNER, H.; HOLZER, M.; MAYRHUBER, E. et al. Acetic acid increases stability of silage under aerobic conditions. **Applied and Environmental Microbiology**, v.69, p.562-567, 2003.

DAVIDSON, P. M. Chemical preservatives and natural antimicrobial compounds. In: DOYLE, M. P.; BEUCHAT, L. R.; MONTEVILLE, T. J. (Ed.) **Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers.** Washington: ASM Press, 1997, p. 520-556.

EVANGELISTA, A.R.; SIQUEIRA, G.R.; LIMA, J.A. et al. Perfil fermentativo de silagens de cana-de-açúcar com e sem inclusão de milho desintegrado com palha e sabugo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.20-26, 2009.

FERNANDES, A.R.M.; SAMPAIO, A.A.M.; HENRIQUE, W. et al. Avaliação econômica e desempenho de machos e fêmeas Canchim em confinamento alimentados com dietas à base de silagem de milho e concentrado ou cana-de-açúcar e concentrado contendo grãos de girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.855-864, 2007.

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

FREITAS, A.W.P.; PEREIRA, J.C.; ROCHA, F.C. et al. Características da silagem de cana-de-açúcar tratada com inoculante bacteriano e hidróxido de sódio e acrescida de resíduo de colheita de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.48-59, 2006.

LOPES, J.; EVANGELISTA, A.R.; ROCHA, G.P. Valor nutricional da silagem de cana-de-açúcar acrescida de uréia e aditivos absorventes de umidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1155-1161, 2007.

MALDONADO, J.G.M. **Associação de aditivos químicos e microbianos no controle da fermentação e estabilidade aeróbia em silagens de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)**. 2007. 99p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Ciência Animal e Pastagem) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2007.

MARI, L. **Desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) fresca ou ensilada e o padrão de fermentação e a estabilidade aeróbica das silagens aditivadas**. 2008. 315p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2008.

McDONALD, P.; HENDERSON, A .R.; HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcomb Publications, 1991. 340 p.

MUCK, R.E. Advances in inoculants for silage. In: PEREIRA, O.G. et al. (Eds.). **IV Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem**. Viçosa: UFV/DZO, 2008. p.221-232.

NAUFEL, F.E.F.; GOLDMAN, R.N.; GUARAGNA, L.B. et al. Estudo comparativo entre cana-de-açúcar e silagens de milho, sorgo e capim Napier na alimentação de vacas leiteiras. **Boletim de Indústria animal**, v.26, n. único, p.9-22, 1969.

NOGUEIRA, M.P. Resultados em 2007: Agropecuária e outras opções de investimentos. **Boi & Companhia: Informativo pecuário semanal**, n.748, 2008.

- NOGUEIRA FILHO, J.C.M.; LUCCHI, C.S.; ROCHA, G.L. et al. Substituição parcial da silagem de sorgo por cana-de-açúcar como únicos volumosos para vacas em lactação. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, SP, v.34, n.1, p.75-84, 1977.
- NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P.; PEDROSO, A.F. Silagem de cana-de-açúcar In: EVANGELISTA, A.R.; REIS, S.T.; GOMIDE, E.M. (Ed.) **Forragicultura e pastagens: Temas em evidência - Sustentabilidade**. Lavras: Editora UFLA, 2003a. p. 49-72.
- NUSSIO, L.G.; ROMANELLI, T.L.; ZOPOLLATTO, M. Tomada de decisão na escolha de volumosos suplementares para bovinos de corte em confinamento. In: CBNA (Ed.). **V Simpósio Goiano sobre manejo e nutrição de bovinos de corte e leite**. Campinas: CBNA, 2003b. p.1-14.
- NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P. Tecnologia de produção e valor alimentício de silagens de cana-de-açúcar. In: JOBIM, C.C. et al. (Eds) **II Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas**. Maringá: UEM/CCA/DZO, 2004. p.01-33.
- OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; KROONEMAN, J.; GOTTSCHAL, J.C.; SPOELSTRA, S.F.; FABER, F.; DRIEHUIS, F. Anaerobic conversion of lactic acid to acetic acid and 1,2-propanediol by *Lactobacillus buchneri*. **Applied and Environmental Microbiology**, v.67, p.125–132, 2001.
- PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F. et al. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agricola**, v.62, n.5, p.427-432, 2005.
- PEDROSO, A.F. **Aditivos químicos, microbianos no controle de perdas e na qualidade de silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)**. 2003. 120f. Tese (Doutorado em agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.
- PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; BARIONI JÚNIOR, W. et al. Performance of Holstein heifers fed sugarcane silages treated with urea, sodium benzoate or *Lactobacillus buchneri*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.4, p.649-654, 2006.

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. 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.

RESENDE, F.D.; SIGNORETTI, R.D.; COAN, R.M. et al. Terminação de bovinos de corte com ênfase na utilização de alimentos conservados. In: REIS, R.A.; SIQUEIRA, G.R.; BERTIPAGLIA, L.M.A. (Eds). **Volumosos na produção de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2005. p.83-104.

ROMAN, J.; JOBIM, C.C.; RESENDE, F.D. et al. Estratégias de alimentação com silagem de milho ou silagem de cana-de-açúcar e o desempenho de bovinos de corte em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45, 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008. CD-ROM.

ROTH, A.P.T.P.; REIS, R.A.; SIQUEIRA, G.R. et al. Cana-de-açúcar ensilada com aditivos em diferentes tempos após a queima. . In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006. CD-ROM.

ROTH, M.T.P.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A. et al. *Lactobacillus buchneri*, cal microprocessada e sua associação na ensilagem de cana-de-açúcar crua ou queimada. . In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44, 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007. CD-ROM.

SANTOS, R.V.; EVANGELISTA, R.A.; PINTO, J.C. et al. Composição química da cana-de-açúcar (*Saccharum SPP.*) e das silagens com diferentes aditivos em duas idades de corte. **Ciência & agrotecnologia**, v. 30, n. 6, p. 1184-1189, 2006.

SANTOS, M.C. **Aditivos químicos para o tratamento da cana-de-açúcar *in natura* e ensilada (*Saccharum officinarum* L.)**. 2007. 112p. Dissertação (Mestrado em

Agronomia: Ciência Animal e Pastagem) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2007.

SANTOS, M.C.; NUSSIO, L.G.; MOURÃO, G.B. et al. Influência da utilização de aditivos químicos no perfil da fermentação, no valor nutritivo e nas perdas de silagens de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p. 1555-1563, 2008.

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, 2008. p.117-152.

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

SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar**. 2006. 228p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.

SIQUEIRA, G.R., BERNARDES, T.F.; SIGNORETTI, R.D. et al. A produção de volumosos conservados como componente do sistema de produção de bovinos de corte. In: LADEIRA et al. (Eds) **V Simpósio de pecuária de corte: alternativas para os novos desafios**. Lavras: UFLA/NEPEC, 2007a. p.165-227.

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, 2007b (suplemento).

SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P. et al. Associação entre aditivos químicos e bacterianos na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.789-798, 2007c.

SIQUEIRA, G.R.; RESENDE, F.D.; ROMAN, J. et al. Uso estratégico de forragens conservadas em sistemas de produção de carne. In: JOBIM, C.C.; CECATO, U.;

CANTO, M.W. (Eds) **Produção e utilização de forragens conservadas**. Maringá: Masson, 2008. p.41-89.

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.37, 2009 (*no prelo*).

SOUSA, D.P.; MATTOS, W.R.S.; NUSSIO, L.G. 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.

WALKER, G. M. **Yeast physiology and biotechnology**. London: Wiley Editorial Offices, 1998, 350p.

CAPÍTULO 2 - PERFIL FERMENTATIVO DE SILAGENS DE CANA-DE-AÇÚCAR “*IN NATURA*” OU QUEIMADA E TRATADAS OU NÃO COM *L. buchneri*

RESUMO - Objetivou-se comparar as perdas, a dinâmica microbiológica e alterações fermentativas e nutritivas de silagens de cana-de-açúcar *in natura* ou queimada e tratadas ou não com o *Lactobacillus buchneri* durante o período de armazenamento. Os tratamentos foram cana-de-açúcar *in natura* ou tratada com *L. buchneri* e cana-de-açúcar queimada ou tratada com *L. buchneri*, avaliadas com 0, 1, 4, 7, 14, 28 e 56 dias de fermentação, com três repetições por tratamento. Apenas antes da ensilagem foi constatada diferença significativa na população de leveduras entre cana-de-açúcar *in natura* e queimada 4,85 e 5,43 log ufc/g de forragem, respectivamente. Com o decorrer do tempo de fermentação ocorreu redução da recuperação de matéria seca, sendo que, as perdas se prolongaram até o dia 56. A concentração de etanol foi elevada até o dia 28 com estabilização até o dia 56, sem diferença, entre tratamentos. A digestibilidade verdadeira *in vitro* da matéria seca sofreu severa redução já no primeiro dia de armazenamento, chegando a reduzir em cerca de 20 unidades percentuais aos 56 dias de armazenamento. Silagens de cana-de-açúcar queimada apresentaram maiores perdas e alterações fermentativas e nutricionais, que as silagens de cana-de-açúcar *in natura*. O *L. buchneri* deve ser utilizado em silagens de cana-de-açúcar queimada e nas de cana-de-açúcar *in natura* seu uso é dispensável.

Palavras-chave: ensilagem, fermentação, inoculante bacteriano, *L. buchneri*, leveduras

1. Introdução

Em confinamentos, a cana-de-açúcar é um dos volumosos mais utilizados na alimentação de ruminantes, devido à alta produtividade de energia por área. Porém, o risco de incêndios acidentais, pode comprometer a adoção da cana-de-açúcar fresca. Neste caso, a ensilagem poderia ser utilizada não somente como prevenção, mas também como solução, no caso de áreas queimadas acidentalmente. Em estudo pioneiro, sobre os efeitos do fogo na ensilagem da cana-de-açúcar, foi constatado por BERNARDES et al. (2007), que as silagens de cana-de-açúcar queimada apresentaram maiores concentrações de etanol 7,3 *versus* 6,5% e maiores populações de leveduras 2,7 *versus* 2,2 log ufc/g de silagem, quando comparadas às silagens de cana-de-açúcar *in natura*.

Segundo SIQUEIRA et al. (2007a) o principal responsável pelas perdas durante a fermentação de cana-de-açúcar são as leveduras. Esses microrganismos em anaerobiose fermentam carboidratos solúveis e produzem CO₂ e etanol, gerando perdas de até 48,9% da MS (McDONALD et al., 1991). Vários aditivos têm sido utilizados com intuito de minimizar as perdas no processo fermentativo, tais como benzoato de sódio, a uréia e a bactéria heterofermentativa *Lactobacillus buchneri* (NUSSIO & SCHMIDT, 2004). Todavia os autores alertam para a necessidade de novas pesquisas com esses e com novos aditivos.

O *L. buchneri* é uma bactéria que teve seu uso primeiramente indicado por WEINBERG & MUCK (1996), com objetivo de realizar o controle de fungos (leveduras e mofo), em silagens de alto valor nutricional (milho, sorgo e de grãos úmidos) durante a exposição aeróbia das silagens. Sua atuação segundo OUDE ELFERINK et al. (2001), seria pela conversão do ácido láctico em ácido acético. MOON (1983) demonstrou que o ácido acético pode ser um inibidor do desenvolvimento de leveduras. Segundo SCHMIDT (2008), com base nessas premissas NUSSIO et al. (2003) foram os pioneiros em preconizar o uso do *L. buchneri* na ensilagem da cana-de-açúcar, com base em resultados positivos sobre o controle de leveduras.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de comparar as perdas, a dinâmica microbiológica e alterações fermentativas e nutritivas de silagens de cana-de-açúcar *in natura* ou queimada e tratadas ou não com o *Lactobacillus buchneri* durante a fermentação.

2. Material e Métodos

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) utilizada foi a variedade IAC 86-2480, produzida no Pólo Regional de Desenvolvimento dos Agronegócios da Alta Mogiana – Apta Regional de Colina. A colheita mecânica foi realizada em setembro de 2006, quando a cana-de-açúcar apresentava-se apta para o corte, com produção de 130 t MV/ha aos 18 meses de crescimento vegetativo – cana planta.

A forragem foi colhida pela ensiladora modelo Menta Mit 3000, produzindo partículas de 1 a 3 cm. Nos tratamentos de cana-de-açúcar queimada, a queima foi realizada no final da tarde do dia anterior ao corte para a ensilagem.

Os tratamentos consistiram da utilização ou não do *L. buchneri*, na cana-de-açúcar *in natura* ou queimada, avaliados nos dias de armazenamento em anaerobiose 0, 1, 4, 7, 14, 28 e 56. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial (2 x 2 x 7) sendo o primeiro fator o manejo (*in natura* ou queimada), o segundo o aditivo (sem ou com LB) e o terceiro os tempos de armazenamento (0, 1, 4, 7, 14, 28 e 56) com três repetições por tratamento.

O microrganismo *Lactobacillus buchneri* (Cepa NCIMB 40788) utilizado, é encontrado no produto comercial LalsilCana®. O inoculante bacteriano foi aplicado na dose de 5×10^4 ufc/g de massa ensilada, equivalente a 2 g de inoculante diluído em 2 litros de água por t de massa ensilada.

Como silos experimentais foram utilizados baldes de plástico, com capacidade de 7 litros, munidos de tampas com válvulas de *Bunsen* para permitir o escape do gás e no fundo dos silos foram colocados 2 kg de areia seca, separada da forragem por uma tela e um tecido de náilon, para quantificação do efluente produzido.

Foi determinado o volume de cada silo experimental, descontando-se o espaço ocupado pela areia e pesou-se a quantidade de forragem para obter a massa específica. Nas silagens de cana-de-açúcar *in natura* a massa específica obtida foi 500 kg de forragem/m³ e nas de cana-de-açúcar queimada foi de 800 kg de forragem/m³. Após a compactação da forragem os silos foram vedados com fita adesiva, pesados e armazenados à temperatura ambiente.

Decorridos o tempo previsto 1, 4, 7, 14, 28 e 56 dias de armazenamento em anaerobiose os silos foram novamente pesados, para determinação das perdas por gases e abertos. Após a retirada da silagem o conjunto silo, areia, tela e tecido de náilon foram pesados para quantificação do efluente produzido, conforme descrito por SIQUEIRA et al. (2007a).

Antes da ensilagem e após a aplicação do inoculante a forragem foi amostrada três vezes para cada tratamento e divididas em três sub-amostras. A primeira foi pesada e levada para estufa de ventilação forçada a 60°C durante 72 horas. A segunda foi preparada para obtenção do extrato aquoso, segundo a metodologia descrita por KUNG Jr. et al. (1984) e a terceira para as determinações microbiológicas. Na abertura após homogeneização da silagem, retirou-se três sub-amostras de cada silo, que foram preparadas conforme a metodologia descrita para as amostras coletadas antes da ensilagem. As amostras que foram levadas para estufa, foram novamente pesadas, moídas em moinho de faca até o tamanho das partículas atingirem menos de 1 mm e armazenadas em potes de plástico, para posterior determinação dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) segundo AOAC (1990). A digestibilidade verdadeira *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi determinada segundo ROBERTSON & VAN SOEST (1981). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) foram avaliados pelo método seqüencial segundo as técnicas descritas por ROBERTSON & VAN SOEST (1981), com as amostras submetidas à digestão em solução detergente por 40 min em autoclave a 111°C e 0,5 atm (DESCHAMPS, 1999).

Determinou-se a recuperação da matéria seca digestível verdadeira descrita por SIQUEIRA et al. (2007b), pela seguinte equação, $Rec = (MSF \%Ff) / (MSI \%Fi) * 100$, sendo:

Rec: recuperação da fração X (% da fração X), *MSF*: matéria seca no momento da abertura (quantidade de forragem (kg) *% matéria seca), %*Ff*: percentagem da fração X, no momento da abertura, *MSI*: matéria seca ensilada (quantidade de forragem (kg) *% matéria seca), % *Fi*: percentagem da fração X, no momento da ensilagem.

O extrato aquoso foi utilizado para determinação do pH com o uso de potenciômetro digital, do ácido acético e do etanol segundo metodologias descritas por SOUZA et al. (2008).

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia da FCAV/Unesp. As determinações das populações de leveduras e de lactobacilos foram determinadas em cada tempo de armazenamento. Para análise da população de leveduras, foram pesados 25 g de silagem (matéria verde) e adicionado a 225 mL de solução de água peptonada a 0,1%. Após agitação foram retirados 10 mL da diluição para as posteriores diluições de 10^{-1} a 10^{-5} , e a partir dessas diluições em série foram realizadas as semeaduras de 0,1 mL em placas de Petri contendo meio ágar batata acidificado (Difco) e logo após incubadas em aerobiose com sistema GAS-PAK a 28°C por 72 horas, quando então foi procedida a contagem das colônias. A contagem total de lactobacilos foi realizada conforme metodologia descrita por JONSSON (1991), e adaptada por JOBIM et al. (1999). O meio de cultura utilizado foi o Lactobacilli MRS Agar (Difco), sendo que as placas foram incubadas a 35°C em condições de anaerobiose com o sistema já citado por três dias.

Os dados foram analisados pelo PROC REG do programa estatístico SAS (SAS, 1999), a escolha das equações de regressão foi feita com base no coeficiente de determinação e na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t. Não encontrando equações significativas, aplicou a análise de variância pelo procedimento PROC GLM e as médias foram avaliadas pelo LSMEANS a 5%.

3. Resultados e Discussão

Na Tabela 1 são apresentadas todas as equações de regressão e os coeficientes de determinação, que foram utilizados no presente estudo.

Tabela 1. Equações de regressão e coeficientes de determinação de parâmetros avaliados em silagens de cana-de-açúcar, *in natura* ou queimada, e tratadas ou não com *L. buchneri* durante o armazenamento

Variáveis ¹	Cana-de-açúcar <i>in natura</i>	Cana-de-açúcar <i>in natura</i> com <i>L. buchneri</i>	Cana-de-açúcar queimada	Cana-de-açúcar queimada com <i>L. buchneri</i>
MS	$Y = 37,17821 + 0,10817X + 0,00021433X^2 - 4,16971X^{1/3}$ ($R^2 = 0,91$)	$Y = 36,23504 + 0,28690X - 0,00230X^2 - 4,97081X^{1/3}$ ($R^2 = 0,96$)	$Y = 31,67392 + 0,64452X - 0,00649X^2 - 7,41014X^{1/3}$ ($R^2 = 0,89$)	$Y = 31,18020 + 0,39349X - 0,00321X^2 - 5,34491X^{1/3}$ ($R^2 = 0,82$)
LAC	$Y = 7,84622 + 0,0943X - 0,02133X^2$ ($R^2 = 0,65$)	$Y = 7,79263 + 0,01367X - 0,01180X^2$ ($R^2 = 0,70$)	$Y = 7,62621 - 0,02515X - 0,00783X^2$ ($R^2 = 0,60$)	$Y = 7,95119 - 0,15891X + 0,0007609X^2$ ($R^2 = 0,57$)
pH	$Y = 5,65660 + 0,10057X - 0,00084297X^2 - 1,29243X^{1/3}$ ($R^2 = 0,96$)	$Y = 5,62428 + 0,11160X - 0,00092293X^2 - 1,39132X^{1/3}$ ($R^2 = 0,97$)	$Y = 5,68886 + 0,13704X - 0,00115X^2 - 1,59258X^{1/3}$ ($R^2 = 0,97$)	$Y = 5,63344 + 0,14647X - 0,00123X^2 - 1,67661X^{1/3}$ ($R^2 = 0,98$)
PG	$Y = -19,56804 - 2,03730X + 0,02046X^2 + 24,30988X^{1/3}$ ($R^2 = 0,92$)	$Y = -23,32602 - 2,3815X + 0,02443X^2 + 28,12679X^{1/3}$ ($R^2 = 0,99$)	$Y = -13,54371 - 2,05366X + 0,02252X^2 + 24,5929X^{1/3}$ ($R^2 = 0,98$)	$Y = -18,73638 - 2,26577X + 0,02515X^2 + 26,93604X^{1/3}$ ($R^2 = 0,97$)
EFLU	$Y = -4,72280 - 0,68066X + 0,00736X^2 + 9,10782X^{1/3}$ ($R^2 = 0,76$)	$Y = -4,98896 - 0,31916X + 0,00179X^2 + 8,11045X^{1/3}$ ($R^2 = 0,87$)	$Y = 82,61223 + 5,22808X - 0,04985X^2 - 33,64818X^{1/3}$ ($R^2 = 0,70$)	$Y = -1,90905 + 1,18882X - 0,01115X^2 + 11,63896X^{1/3}$ ($R^2 = 0,96$)
RMS	$Y = 111,95328 + 1,3751X - 0,00949X^2 - 23,70597X^{1/3}$ ($R^2 = 0,87$)	$Y = 111,55486 + 1,8274X - 0,0159X^2 - 25,98584X^{1/3}$ ($R^2 = 0,93$)	$Y = 65,71495 - 0,25241X - 0,00006058X^2 - 1,14312X^{1/3}$ ($R^2 = 0,87$)	$Y = 78,87674 - 0,19412X + 0,00165X^2 - 3,91706X^{1/3}$ ($R^2 = 0,76$)
AA	$Y = 1,37602 + 0,0695X - 0,00090904X^2$ ($R^2 = 0,93$)	$Y = 1,43213 + 0,08943X - 0,00113X^2$ ($R^2 = 0,95$)	$Y = 1,99513 + 0,07461X - 0,00083645X^2$ ($R^2 = 0,93$)	$Y = 2,03593 + 0,08391X - 0,0011X^2$ ($R^2 = 0,94$)
Etol	$Y = 0,90998 + 0,06842X - 0,00074992X^2$ ($R^2 = 0,50$)	$Y = 1,224 + 0,05594X - 0,00073422X^2$ ($R^2 = 0,33$)	$Y = 1,04687 + 0,06853X - 0,00108X^2$ ($R^2 = 0,35$)	$Y = 1,47266 + 0,03104X - 0,00011015X^2$ ($R^2 = 0,50$)
PB	$Y = 2,57957 - 0,02849X - 0,00008987X^2 - 0,61686X^{1/3}$ ($R^2 = 0,74$)	$Y = 2,65257 + 0,01203X - 0,00047611X^2 + 0,31846X^{1/3}$ ($R^2 = 0,65$)	$Y = 2,92948 - 0,14573X + 0,00145X^2 + 1,22389X^{1/3}$ ($R^2 = 0,70$)	$Y = 2,99826 - 0,04553X + 0,00031926X^2 + 0,59792X^{1/3}$ ($R^2 = 0,50$)
FDN	$Y = 55,04623 - 1,34344X + 0,0088X^2 + 17,95917X^{1/3}$ ($R^2 = 0,96$)	$Y = 52,70193 - 1,03853X + 0,00552X^2 + 16,73557X^{1/3}$ ($R^2 = 0,97$)	$Y = 39,20216 - 2,19838X + 0,01605X^2 + 27,35461X^{1/3}$ ($R^2 = 0,95$)	$Y = 44,26162 - 1,20620X + 0,00633X^2 + 19,10636X^{1/3}$ ($R^2 = 0,89$)
DVIVMS	$Y = 52,46319 + 0,63244X - 0,00519X^2 - 8,80619X^{1/3}$ ($R^2 = 0,50$)	$Y = 53,54465 + 1,87846X - 0,01692X^2 - 17,02758X^{1/3}$ ($R^2 = 0,70$)	$Y = 64,43145 + 2,29891X - 0,02196X^2 - 21,92344X^{1/3}$ ($R^2 = 0,68$)	$Y = 61,84690 + 2,313X - 0,01827X^2 - 22,05804X^{1/3}$ ($R^2 = 0,78$)

MS: matéria seca (%), LAC: Lactobacillus (log ufc/g de silagem), PG: perdas por gases (%MS), EFLU: produção de efluente (kg/t matéria natural), RMS: recuperação de matéria seca (%), AA: ácido acético (%MS), Etol: etanol (%MS), PB: proteína bruta (%MS), FDN: fibra em detergente neutro, DVIVMS: Digestibilidade verdadeira "in vitro" da matéria seca

Durante o período de armazenamento, os teores de MS reduziram em todos os tratamentos. Comparando-se o teor de MS na ensilagem (34,07%) com os valores após 56 dias de armazenamento (23,95%), observa-se redução de 10 pontos percentuais (Figura 1). As reduções de maiores magnitudes ocorreram logo no primeiro dia de armazenagem, possivelmente em função da alta capacidade fermentativa da cana-de-açúcar. Todavia, observou-se queda nos teores de MS até 7 dias de armazenagem, com posterior estabilização até o dia 56 (Figura 1). Na comparação da cana-de-açúcar *in natura* com a queimada constatou-se, que as maiores reduções ocorreram nas silagens de cana-de-açúcar queimada. As silagens de cana-de-açúcar queimada, no início do processo de armazenamento, apresentam maiores concentrações de açúcares que as silagens de cana-de-açúcar *in natura*, devido à retirada da palha, tornando-se mais propícias às perdas de matéria seca.

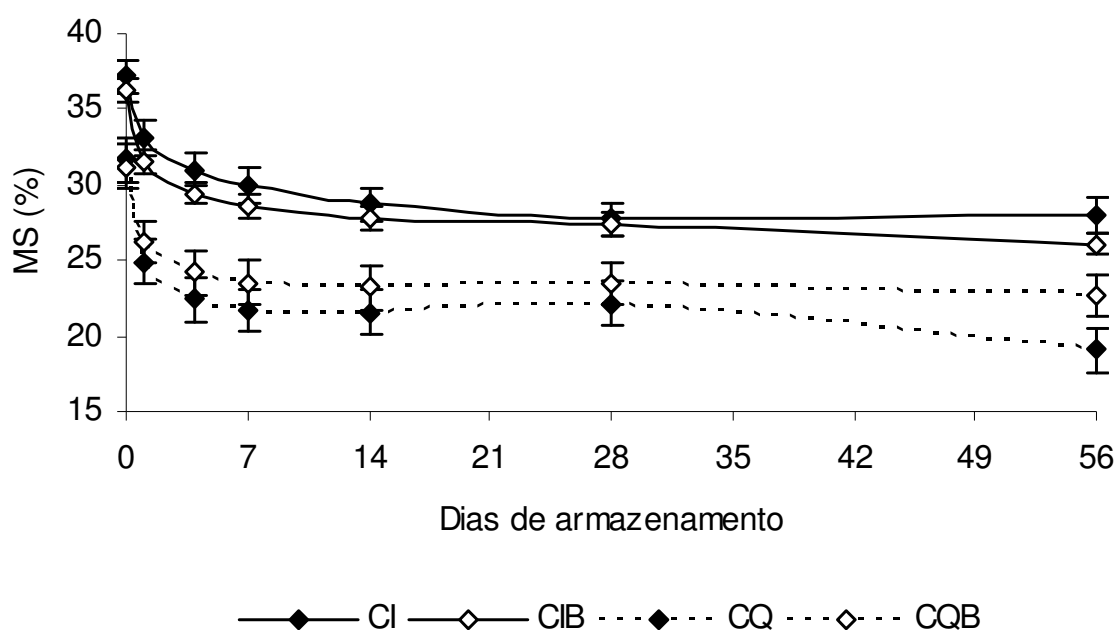


Figura 1. Variação temporal dos teores de matéria seca (MS) durante o armazenamento de silagens de cana-de-açúcar, *in natura* ou queimada, e tratadas ou não com *L. buchneri*.

¹CI: silagem de cana-de-açúcar *in natura* sem aditivo, CIB: silagem de cana-de-açúcar *in natura* tratada com *L. buchneri*, CQ: silagem de cana-de-açúcar queimada sem aditivo, CQB: silagem de cana-de-açúcar queimada tratada com *L. buchneri*.

Nas silagens de cana-de-açúcar queimada, o *L. buchneri* reduziu a queda nos teores de MS, já nas silagens de cana-de-açúcar *in natura* este efeito não foi constatado. Teoricamente, esse efeito estaria associado ao controle da população de leveduras, devido a produção de ácido acético pelo *L. buchneri*, todavia, não foram observados, no presente estudo nenhum desses dos efeitos (Tabela 2 e Figura 7). Desta forma, pode-se relacionar o controle da queda dos teores de MS, a redução das perdas por efluente (Figura 5). SIQUEIRA et al. (2009) também observaram efeito do *L. buchneri*, em reduzir a queda dos teores de MS de silagens de cana-de-açúcar queimada.

Não foram obtidas equações que ajustassem para avaliar o comportamento da população de leveduras, no entanto, foram significativas as interações entre dias x manejo e dias x aditivos (Tabela 2). Apenas antes da ensilagem foi constatada diferença significativa na população de leveduras entre cana-de-açúcar *in natura* e queimada 4,85 e 5,43 log ufc/g de forragem, respectivamente. BERNARDES et al. (2007) justificaram que após a queima pode haver re-contaminação da cana-de-açúcar por leveduras, devido a exudação de conteúdo celular (açúcares) pelas rachaduras do colmo, provocadas pelas altas temperaturas do fogo.

Tabela 2. Variação temporal da população de leveduras (log ufc/g de silagem) durante o armazenamento de silagens de cana-de-açúcar, *in natura* ou queimada, e tratadas ou não com *L. buchneri*.

Fatores	Dias de armazenamento						
	0	1	4	7	14	28	56
<i>Manejo</i>							
<i>in natura</i>	4,85Bc	6,44Aa	5,11Ac	5,61Ab	ND ¹	ND	ND
Queimada	5,43Ab	6,02Aa	4,84Ac	5,57Aab	ND	ND	ND
<i>Aditivos</i>							
Sem <i>L. buchneri</i>	5,33Ab	6,21Aa	5,45Ab	5,73Aab	ND	ND	ND
Com <i>L. buchneri</i>	4,96Ac	6,25Aa	4,49Bc	5,44Ab	ND	ND	ND
CV (%)							7,59

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha dentro de cada interação, não diferiram estatisticamente pelo LSMEANS (P>0,05).

1. ND: não determinado (contagem menor que 2 log ufc/g de silagem)

Em ambas as formas de manejo as maiores populações de leveduras foram observadas no primeiro dia de armazenamento. Todavia nas silagens de cana-de-açúcar queimada, o primeiro dia não foi significativamente diferente do sétimo dia ($P>0,05$). Após o sétimo dia de armazenamento não se constatou população superior a 2 log ufc/g de silagem. No trabalho de PEDROSO et al. (2005), foi constatado redução de leveduras para valores inferiores a 2 log ufc/g de silagem após 45 dias de armazenamento, porém cabe ressaltar que a avaliação anterior foi realizada aos 15 dias, consequentemente a redução da contagem de leveduras pode ter ocorrido logo após essa avaliação.

Esperava-se efeito do *L. buchneri* na redução na população de leveduras nas silagens de cana-de-açúcar, tanto *in natura* quanto queimada. Vários trabalhos observaram efeito significativo do *L. buchneri* na redução das perdas de matéria seca e esses atribuíram ao possível controle da população de leveduras (PEDROSO et al. 2005, SIQUEIRA et al. 2007a, SIQUEIRA et al., 2009 e SCHMIDT et al., 2007). 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.

KLEINSCHMIT & KUNG Jr. (2006) avaliaram a utilização do *L. buchneri* com o objetivo de controlar a população de leveduras e mofos em silagens de milho, sorgo, gramíneas e de grãos úmidos durante a fase de aerobiose. Foi realizada uma avaliação de 23 estudos por meio da meta-análise. Os autores concluíram que doses do inoculo inferiores a 1×10^5 ufc/g de silagem não foram efetivas em controlar o crescimento de fungos (leveduras e mofos). No presente estudo foi utilizada a dose de 5×10^4 ufc/g de massa ensilada, que é a dose recomendada pelo fabricante deste aditivo no Brasil. Essa representa metade da dose considerada como o limiar entre dose baixa e alta (1×10^5 ufc/g de massa ensilada). Dos 23 estudos analisados apenas cinco utilizaram concentrações inferiores a 1×10^5 ufc/g de massa ensilada, a maior frequência está entre as doses de 5×10^5 a 1×10^6 ufc/g de massa ensilada, que representam 10 a 20 vezes a dose estudada nesse trabalho, respectivamente. A dose utilizada pode ser uma das possíveis explicações para a inobservância de resultados positivos da ação do *L.*

buchneri nas silagens estudadas. Outra explicação pode ser a presença de uma elevada população epífita de leveduras (Tabela 1) e de bactérias na cana-de-açúcar no momento da ensilagem, esses microrganismos podem competir por substrato com o *L. buchneri* reduzindo a sua chance de atuação eficiente.

Observou-se presença de lactobacilos em contagem acima de 2 log ufc/g de silagem até o décimo quarto dia (Figura 2). Não foi observada diferença entre as silagens independentemente do tempo de armazenagem. Em relação aos dias de armazenagem reduções significativas ocorreram apenas no décimo quarto dia.

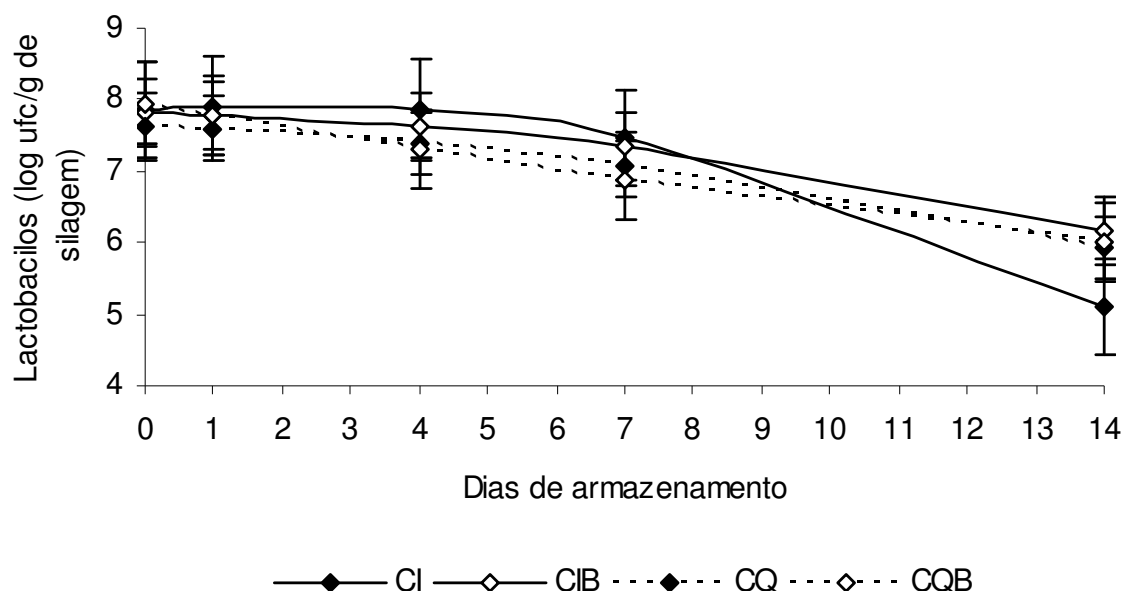


Figura 2. Variação temporal da população de lactobacilos durante o armazenamento de silagens de cana-de-açúcar, *in natura* ou queimada, e tratadas ou não com *L. buchneri*.

¹CI: silagem de cana-de-açúcar *in natura* sem aditivo, CIB: silagem de cana-de-açúcar *in natura* tratada com *L. buchneri*, CQ: silagem de cana-de-açúcar queimada sem aditivo, CQB: silagem de cana-de-açúcar queimada tratada com *L. buchneri*.

Esperava-se que, com a inclusão do *L. buchneri* na ensilagem de cana-de-açúcar, a população de lactobacilos aumentasse, pois os microrganismos adicionados pertencem a esse gênero. No entanto, a dose utilizada neste caso, pode não ter sido suficiente para estabelecer competição entre o microrganismo do inoculante e a microflora epífita. A inoculação utilizada foi de 5×10^4 ufc/g de massa ensilada e a

microflora epífita de lactobacilos média foi de aproximadamente de 1×10^7 ufc/g de massa ensilada, o que significa dizer que a população epífita de lactobacilos foi cerca de 200 vezes a quantidade da população inoculada.

Em relação aos tratamentos constatou-se menores valores de pH nas silagens de cana-de-açúcar queimada no período de 4 a 14 dias de armazenamento (Figura 3). A redução mais rápida dos valores de pH pode ser atribuída a maiores concentrações de açúcares solúveis. Já BERNARDES et al. (2007) observaram que silagens de cana-de-açúcar queimada apresentaram valores de pH (3,7) superiores às produzidas com cana-de-açúcar *in natura* (3,5), sendo essa diferença considerada de pequena magnitude.

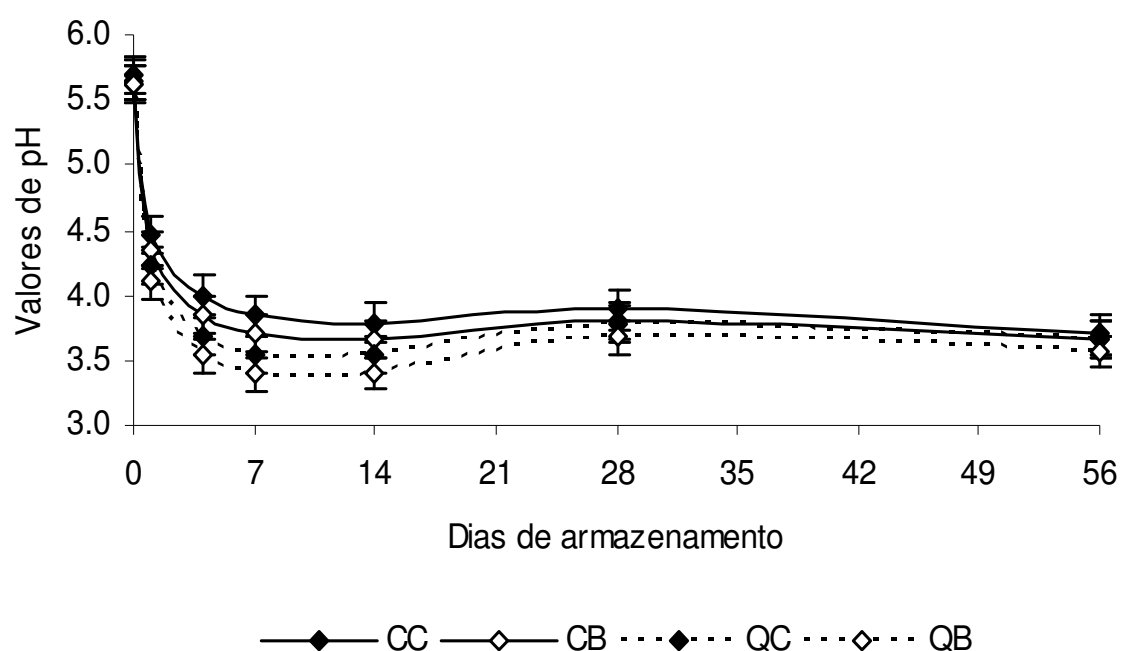


Figura 3. Variação temporal dos valores de pH durante o armazenamento de silagens de cana-de-açúcar, *in natura* ou queimada, e tratadas ou não com *L. buchneri*.

¹CI: silagem de cana-de-açúcar *in natura* sem aditivo, CIB: silagem de cana-de-açúcar *in natura* tratada com *L. buchneri*, CQ: silagem de cana-de-açúcar queimada sem aditivo, CQB: silagem de cana-de-açúcar queimada tratada com *L. buchneri*.

Os valores de pH já se encontravam estáveis após o quarto dia de armazenagem em todos os tratamentos (Figura 3). EVANGELISTA et al. (2009) também observaram

redução dos valores de pH para 3,63 com quatro dias de fermentação. O rápido decréscimo do pH pode ser atribuído ao alto teor de carboidratos solúveis (PEDROSO et al., 2005) e a baixa capacidade tampão (SIQUEIRA et al., 2007a; EVANGELISTA et al., 2009), o que assegura bons parâmetros em termos de qualidade sanitária. Valores de pH inferiores a 3,7 a partir do décimo quarto dia justificam as baixas contagens dos lactobacilos em tempos de fermentação mais prolongados (Figura 2).

Na maioria dos estudos, quer seja com cana-de-açúcar (SIQUEIRA et al. 2007a, SCHMIDT et al., 2007) ou na ensilagem de outras culturas como milho (RANJIT et al., 2002) e sorgo (FILYA, 2003), as silagens com *L. buchneri* normalmente apresentaram valores de pH superiores às silagens não tratadas. Uma das possíveis causas são os menores teores de ácido láctico observados nas silagens inoculadas (KLEINSCHMIT & KUNG Jr., 2006). O *L. buchneri* além de possuir fermentação heterolática (McDONALD et al., 1991) com produção predominantemente de ácido acético (WEINBERG & MUCK, 1996) pode converter o ácido láctico em ácido acético (OUDE ELFERINK et al., 2001). Como o ácido láctico possui um pK_a baixo (3,86), o mesmo é o principal responsável pela redução dos valores de pH na ensilagem. No entanto, a não observação de valores de pH mais altos nas silagens inoculadas, neste estudo, pode ser atribuída à falta de atuação consistente do aditivo nas presentes condições.

O comportamento da perda por gases em função do tempo foi o mesmo em todos os tratamentos. Observou-se aumento das perdas por gases até o sétimo dia, estabilização das mesmas até o vigésimo oitavo dia e novamente elevação até o quinquagésimo sexto dia. No entanto, as silagens de cana-de-açúcar queimada apresentaram maiores perdas por gases que as silagens de cana-de-açúcar *in natura*. A utilização do *L. buchneri* não interferiu sobre esse parâmetro, a exceção das silagens de cana-de-açúcar *in natura* com 56 dias (Figura 4).

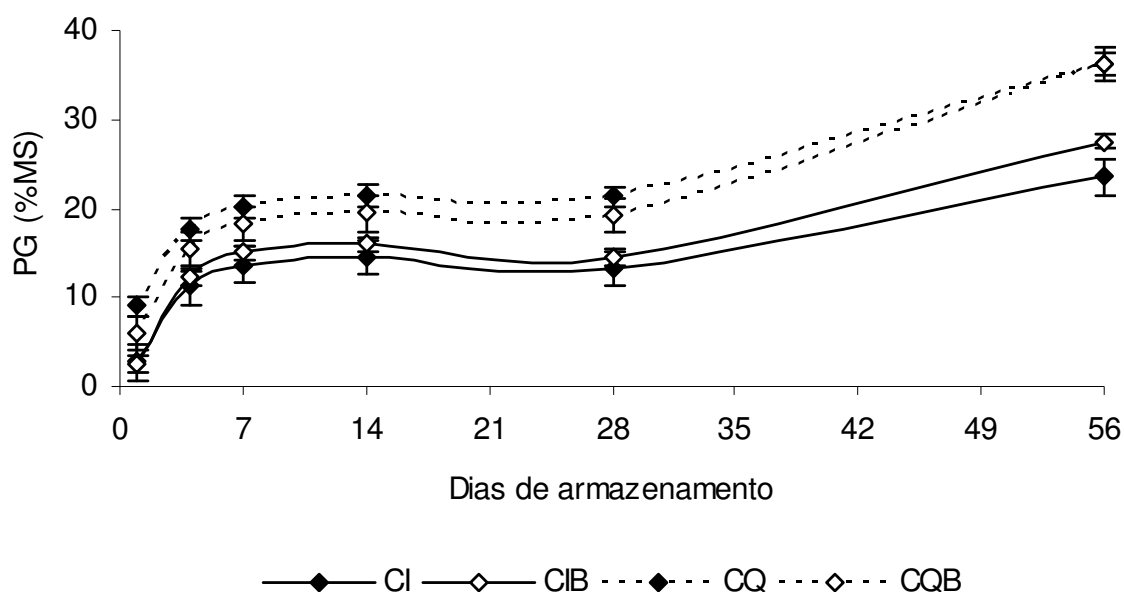


Figura 4. Variação temporal da perda por gases (PG) durante o armazenamento de silagens de cana-de-açúcar, *in natura* ou queimada, e tratadas ou não com *L. buchneri*.

¹CI: silagem de cana-de-açúcar *in natura* sem aditivo, CIB: silagem de cana-de-açúcar *in natura* tratada com *L. buchneri*, CQ: silagem de cana-de-açúcar queimada sem aditivo, CQB: silagem de cana-de-açúcar queimada tratada com *L. buchneri*.

A perda por gases está diretamente relacionada com a ação de microrganismos sobre a massa ensilada, no caso específico da cana-de-açúcar, estes microrganismos seriam as leveduras. Segundo McDONALD et al. (1991) a fermentação por leveduras gera CO₂, que durante o período de armazenagem é perdido na forma de gases. Contudo, pelos dados observados na Tabela 2 e Figura 2, não se observou presença de leveduras e de lactobacilos superiores a 2 log ufc/g de silagem após o dia 7 e 14, respectivamente. Dessa forma, não se justifica a elevação das perdas ocorridas no período final de avaliação do dia 28 ao 56. No entanto, SANTOS et al. (2008) em revisão sobre microbiologia de forragens conservadas discutem sobre a limitação dos métodos de quantificação de microrganismos convencionais atualmente utilizados (meio seletivo de cultura de microrganismo), pois grande parte dos microrganismos é refratária aos meios de culturas. Segundo GIRAFFA (2004) os métodos clássicos de plaqueamento permitem apenas a caracterização superficial de grupos de microrganismos. Desta forma, pode-se atribuir que nas silagens de cana-de-açúcar

estudadas outros microrganismos que não foram quantificados pelas técnicas utilizadas poderiam ter atuado na massa ensilada gerando perda por gases no período supracitado.

Em relação a queima SIQUEIRA et al. (2009) não observaram diferença significativa nas perdas por gases entre silagens de cana-de-açúcar *in natura* ou queimada tratadas com diferentes aditivos químicos ou bacterianos, inclusive com o *L. buchneri*. Já BERNARDES et al. (2007) não avaliaram a perda por gases, mas observaram maiores concentrações de etanol e maior população de leveduras nas silagens de cana-de-açúcar queimada, esses parâmetros são um indício de maiores perdas por gases, pois segundo PEDROSO et al. (2005) existe alta correlação (0,90) entre perda por gases e concentração de etanol.

A possível potencialização da perda por gases nas silagens de cana-de-açúcar queimada pode ser atribuída a maior concentração de açúcares nessas silagens, devido à retirada da palha, e também, a quebra de sacarose em glicose mais frutose, que são açúcares simples. Segundo McDONALD et al. (1991) glicose e frutose possuem taxas de fermentação no silo por leveduras e pela maioria dos microrganismos heteroláticos superiores à da sacarose, podendo gerar maiores quantidades de CO₂.

As silagens de cana-de-açúcar queimada apresentaram maiores produções de efluentes (Figura 5). Atribui-se a maior produção de efluente a retirada da palha que poderia atuar como aditivo sequestrante de umidade, reduzindo a produção de efluentes. SIQUEIRA et al. (2009) também constataram elevação significativa da produção de efluente em 30 kg/t de forragem fresca nas silagens de cana-de-açúcar queimada em relação às produzidas com cana-de-açúcar *in natura*.

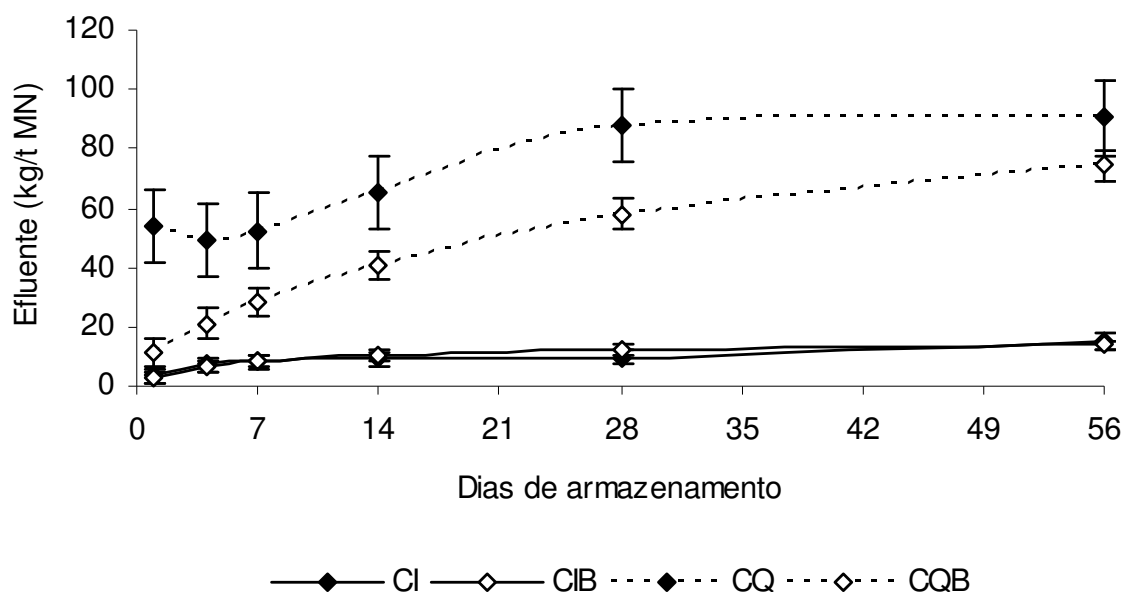


Figura 5. Variação temporal da produção de efluentes durante o armazenamento de silagens de cana-de-açúcar, *in natura* ou queimada, e tratadas ou não com *L. buchneri*.

¹CI: silagem de cana-de-açúcar *in natura* sem aditivo, CIB: silagem de cana-de-açúcar *in natura* tratada com *L. buchneri*, CQ: silagem de cana-de-açúcar queimada sem aditivo, CQB: silagem de cana-de-açúcar queimada tratada com *L. buchneri*.

Nas silagens de cana *in natura*, não foi observado efeito positivo do aditivo. Porém nas silagens de cana queimada a inclusão do aditivo propiciou menor produção do efluente em todos os tempos de armazenagem (Figura 5). SCHMIDT (2008) verificou que em 23% dos trabalhos que utilizaram o *L. buchneri* foi constatada a redução da produção de efluentes. Em termos médios, conforme os dados levantados por SCHMIDT (2008), os valores observados neste trabalho encontram-se dentro da variação observada nas compilação de dados da literatura que é de 6 a 95,9 kg/t de forragem fresca.

As silagens de cana-de-açúcar *in natura* apresentaram maiores recuperações de MS que as de cana-de-açúcar queimada, durante todo o período de avaliação. SIQUEIRA et al. (2009) também constataram maiores recuperações de MS nas silagens de cana-de-açúcar *in natura* em média 4 unidades percentuais. A queima propicia maior disponibilidade de açúcares simples (glicose + frutose) e também

promove aumento proporcional dos açúcares, devido à eliminação da palha. A abundância de substratos é um dos principais controladores do crescimento microbiano. Nesse sentido, esperava-se que houvesse maiores populações de leveduras e de lactobacilos nas silagens de cana-de-açúcar queimada, porém não foram observados (Tabela 2 e Figura 2). As recuperações de matéria seca condizem com os dados observados nas perdas de gases (Figura 4) e com a produção de efluentes (Figura 5). Além da explicação sobre a baixa eficiência das metodologias de plaqueamento na quantificação dos microrganismos, outra justificativa para as menores perdas, é a maior concentração de ácido acético nas silagens de cana-de-açúcar queimada (Figura 7). Microrganismos heterofermentativos produzem além de ácidos, CO_2 que pode ser perdido na forma de gases e consequentemente reduziram a recuperação da MS.

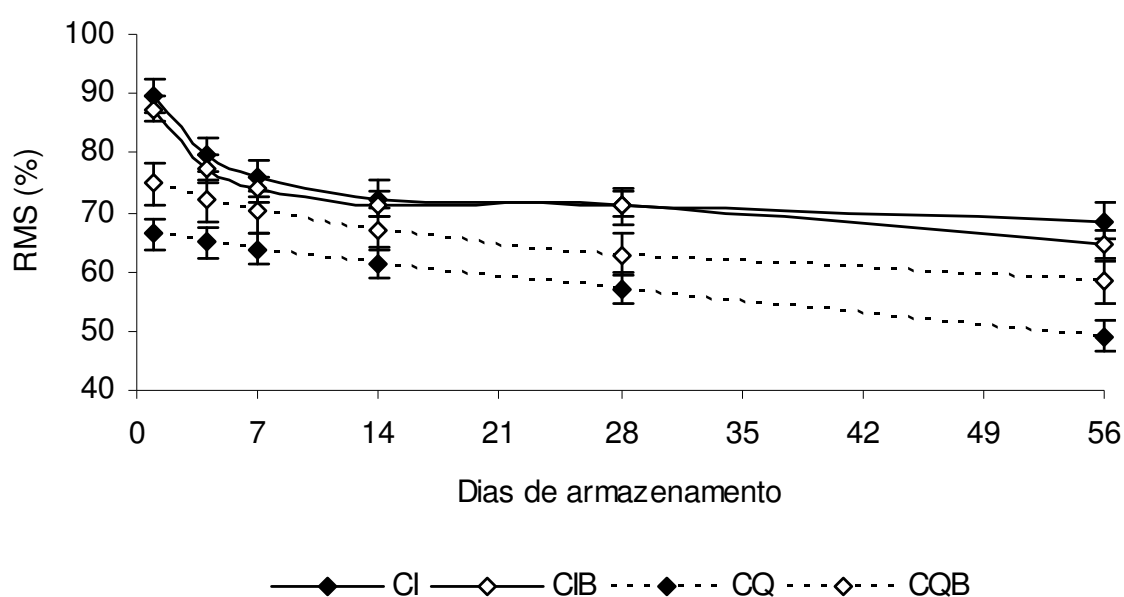


Figura 6. Variação temporal da recuperação de matéria seca (RMS) durante o armazenamento de silagens de cana-de-açúcar, *in natura* ou queimada, e tratadas ou não com *L. buchneri*.

¹CI: silagem de cana-de-açúcar *in natura* sem aditivo, CIB: silagem de cana-de-açúcar *in natura* tratada com *L. buchneri*, CQ: silagem de cana-de-açúcar queimada sem aditivo, CQB: silagem de cana-de-açúcar queimada tratada com *L. buchneri*.

No que diz respeito à atuação do aditivo, só foi constatado efeito contundente nas silagens de cana-de-açúcar queimada. Os únicos parâmetros que deram subsídio a

este fato, são os maiores teores de MS (Figura 1) e a redução na produção de efluente (Figura 5) observados nas silagens de cana-de-açúcar queimada inoculada com *L. buchneri* em relação às não inoculadas. Os demais parâmetros, que se esperava melhoria com a utilização do *L. buchneri*, e que conseqüentemente, afetariam a recuperação de MS seriam a redução da população de leveduras (Tabela 2), as perdas por gases (Figura 4) e a concentração de etanol (Figura 8), no entanto não foi observado efeito positivo em nenhum desses parâmetros.

Com o decorrer do tempo de fermentação ocorreu redução da recuperação de matéria seca (Figura 6), as perdas se prolongaram até o dia 56. PEDROSO et al. (2005) observaram redução das recuperações de MS até 45 dias de fermentação, tendo como menor valor 70% de recuperação de MS. No presente estudo, foram observadas recuperações de matéria seca de até 47%.

Houve maior concentração de ácido acético, nas silagens de cana-de-açúcar queimada, quando comparadas as de cana-de-açúcar *in natura*, em todos os tempos avaliados. Mesmo, não havendo diferença na contagem de lactobacilos, pode-se inferir que os microrganismos heteroláticos podem ter tido maior eficiência de atuação nessas silagens, propiciando elevação na concentração de ácido acético, sem, contudo ter ocorrido elevação da população.

A concentração de ácido acético aumentou em todas as silagens até 28 dias de armazenamento, permanecendo estável até o dia 56 (Figura 7). Não foram encontrados na literatura consultada, artigos de perfil de fermentação de cana-de-açúcar, que tenham avaliado a concentração de ácido acético. Contudo, em outras culturas como o capim-Marandu e capim-Tanzânia (COAN et al., 2007), milho (NISHINO et al., 2003) também foram observadas elevações do ácido acético em períodos de fermentação de até 56 dias.

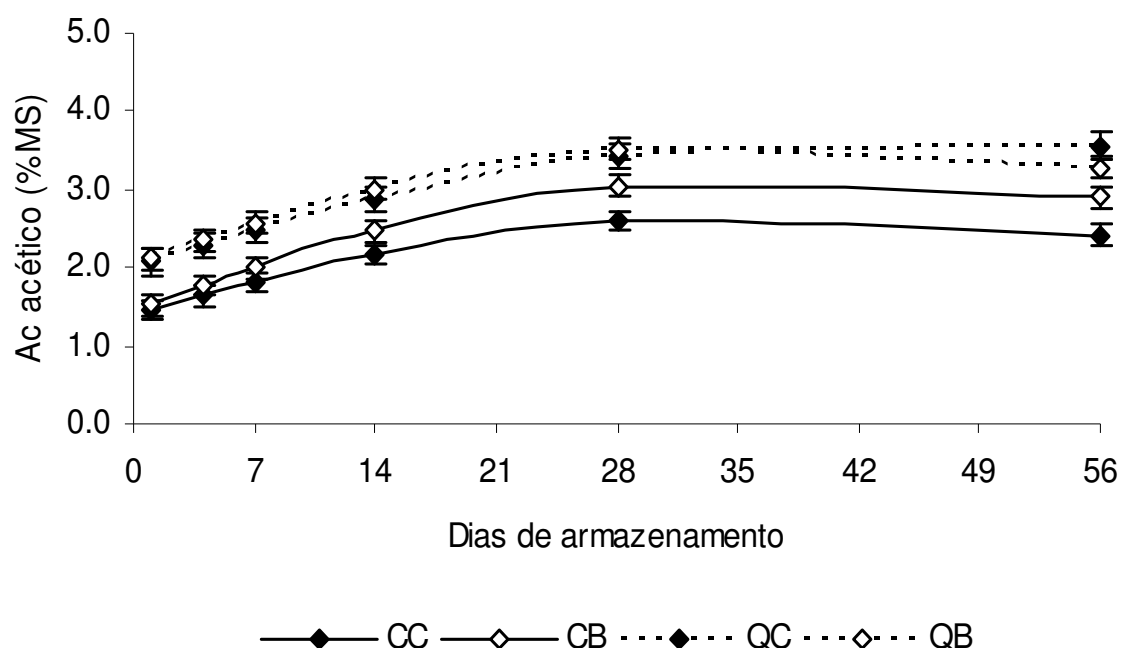


Figura 7. Variação temporal da concentração de ácido acético durante o armazenamento de silagens de cana-de-açúcar, *in natura* ou queimada, e tratadas ou não com *L. buchneri*.

¹CI: silagem de cana-de-açúcar *in natura* sem aditivo, CIB: silagem de cana-de-açúcar *in natura* tratada com *L. buchneri*, CQ: silagem de cana-de-açúcar queimada sem aditivo, CQB: silagem de cana-de-açúcar queimada tratada com *L. buchneri*.

A utilização do *L. buchneri* pressupõe elevação da concentração de ácido acético, pois o mesmo é um microrganismo heterolático e também, segundo OUDE ELFERINK et al. (2001) tem capacidade de converter ácido láctico em ácido acético. KLEINSCHMIT & KUNG Jr. (2006) observaram que a utilização do *L. buchneri* elevou a concentração do ácido acético em silagens de milho em 21% quando a dose utilizada foi inferior a 1×10^5 ufc/g de massa ensilada, já nas doses superiores a essa a concentração foi aumentada em 78%.

Nas silagens de cana-de-açúcar *in natura* houve diferença significativa na concentração de ácido acético entre as silagens tratadas ou não com *L. buchneri* a partir do dia 14. No entanto, essa diferença não foi eficiente em controlar o crescimento de leveduras (Tabela 2) e nem elevar a recuperação de matéria seca (Figura 6). Nas silagens de cana-de-açúcar queimada não se observou diferença entre as silagens

inoculadas e as controle. SCHMIDT et al. (2007) avaliando silagens tratadas ou não com *L. buchneri* não constataram diferenças significativas na concentração de ácido acético.

Em relação a concentração de etanol, não houve diferença, entre os tratamentos, provavelmente devido a alta dispersão dos dados obtidos, que pode ser constatada pela proporcionalidade das barras verticais, em relação aos valores absolutos da variável em questão. A concentração de etanol aumentou até o dia 28 com estabilização até o dia 56 (Figura 8).

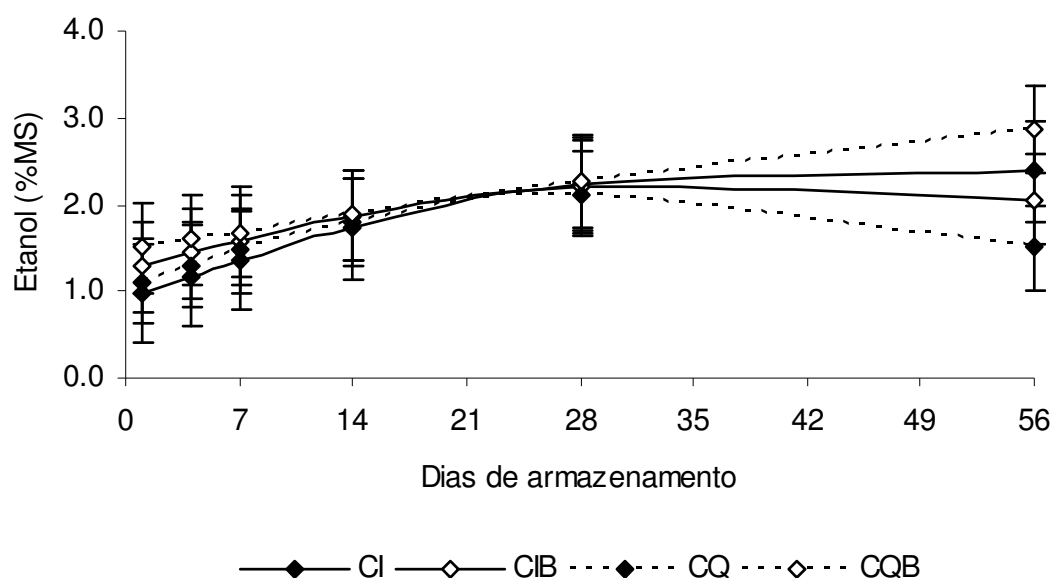


Figura 8. Variação temporal da concentração de etanol durante o armazenamento de silagens de cana-de-açúcar, *in natura* ou queimada, e tratadas ou não com *L. buchneri*.

¹CI: silagem de cana-de-açúcar *in natura* sem aditivo, CIB: silagem de cana-de-açúcar *in natura* tratada com *L. buchneri*, CQ: silagem de cana-de-açúcar queimada sem aditivo, CQB: silagem de cana-de-açúcar queimada tratada com *L. buchneri*.

SCHMIDT (2008) avaliou dezesseis estudos que compararam a utilização do *L. buchneri* na ensilagem da cana-de-açúcar, sendo que em 50% foi observada redução da concentração de etanol. Um dos principais efeitos esperados com a utilização do *L. buchneri* em silagens de cana-de-açúcar seria a redução da concentração do etanol, sendo que está estaria relacionada com o controle da população de leveduras. Pode-se salientar que conforme exposto por KLEINSCHMIT & KUNG Jr. (2006) a dose de *L.*

buchneri utilizada não tenha sido suficiente para ter controle efetivo sobre a população destes microrganismos.

O valor máximo de PB foi obtido aos 28 dias de armazenamento, nas silagens de cana-de-açúcar *in natura* (3,58%) e nas de cana-de-açúcar queimada e tratadas com *L. buchneri* (3,79%). Já nas silagens de cana-de-açúcar queimada sem *L. buchneri* os maiores valores foram obtidos aos sete dias (4,32%). A elevação da PB ocorreu devido ao consumo de carboidratos solúveis. Pode-se inferir que nas silagens de cana-de-açúcar queimada com o prolongar do tempo de armazenamento até 56 dias houve maiores perdas. Analisando a Figura 9 pode-se afirmar que não houve efeito do *L. buchneri* sobre os teores de PB.

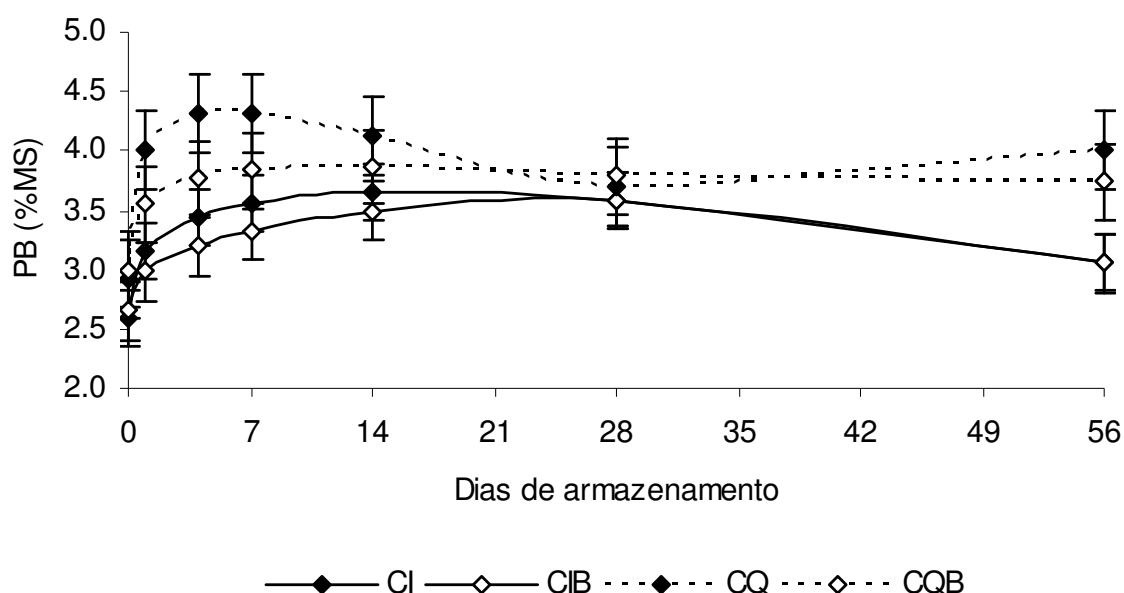


Figura 9. Variação temporal durante o armazenamento dos teores de proteína bruta (%MS) de silagens de cana-de-açúcar, *in natura* ou queimada, e tratadas ou não com *L. buchneri*

¹CI: silagem de cana-de-açúcar *in natura* sem aditivo, CIB: silagem de cana-de-açúcar *in natura* tratada com *L. buchneri*, CQ: silagem de cana-de-açúcar queimada sem aditivo, CQB: silagem de cana-de-açúcar queimada tratada com *L. buchneri*.

Não se observou diferença entre as silagens tratadas ou não com *L. buchneri*. Esperava-se que nas silagens tratadas ocorresse menor elevação dos teores de FDN,

devido ao possível controle sobre a ação das leveduras. Uma possível explicação para inobservância do efeito deste inoculante, pode estar na dose utilizada (Figura 10).

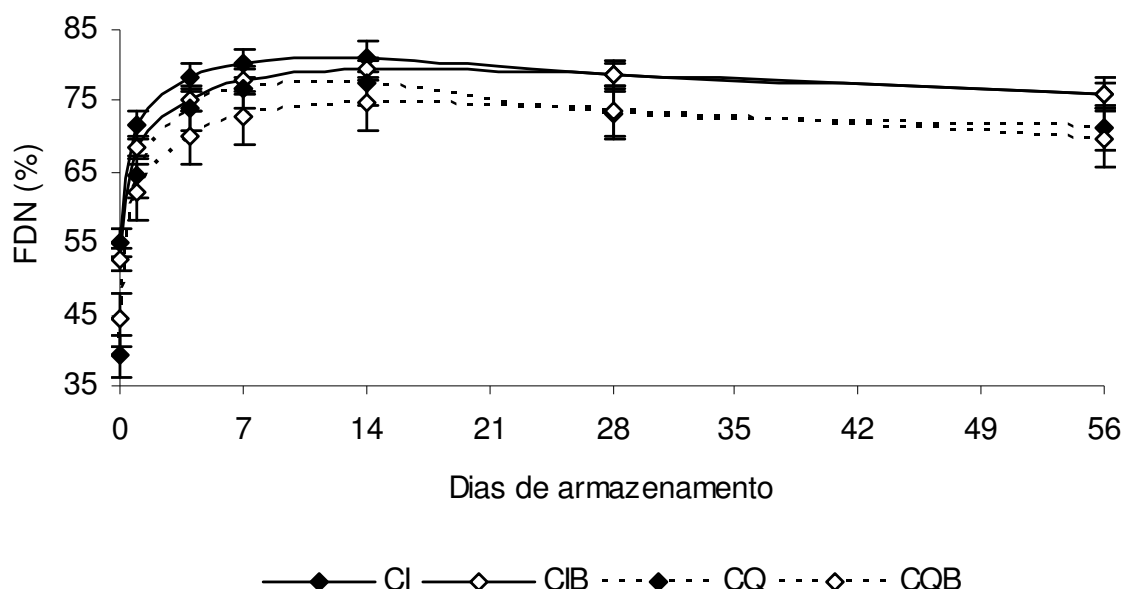


Figura 10. Variação temporal dos teores de fibra em detergente neutro (%MS) durante o armazenamento de silagens de cana-de-açúcar, in natura ou queimada, e tratadas ou não com *L. buchneri*
¹CI: silagem de cana-de-açúcar *in natura* sem aditivo, CIB: silagem de cana-de-açúcar *in natura* tratada com *L. buchneri*, CQ: silagem de cana-de-açúcar queimada sem aditivo, CQB: silagem de cana-de-açúcar queimada tratada com *L. buchneri*.

A retirada da palha reduziu o conteúdo de FDN no momento da ensilagem. A diferença média no momento da ensilagem foi de 14 unidades percentuais e foi reduzida para 6 com 56 dias de armazenamento. A redução da diferença pode ser atribuída a maiores perdas de MS nas silagens de cana-de-açúcar queimada.

Os teores de FDN elevaram-se acentuadamente em todas as silagens até o sétimo dia de armazenamento. Houve tendência de queda de 14 até o 56 dias de armazenamento (Figura 10). As leveduras dominam o processo fermentativo em silagens de cana-de-açúcar, em que, na maioria das vezes, não são inibidas pela redução do pH e possuem a habilidade de crescer em intervalos de pH de 2 a 8. No caso das leveduras, a fermentação vai produzir etanol, gás carbônico, água e ATP, gerando perdas de MS e conseqüentemente, propiciando aumentos proporcionais das frações fibrosas. EVANGELISTA et al. (2009) avaliando o perfil de fermentação de

silagens de cana-de-açúcar também constataram elevação dos teores de FDN de 55% no momento da ensilagem até 75% com 50 dias de armazenamento. A elevação foi atribuída ao consumo de carboidratos solúveis por leveduras. BERNARDES et al. (2007) relatam que a maioria dos fungos e das leveduras necessita de oxigênio para seu crescimento. Todavia, algumas espécies de leveduras mantêm seu metabolismo ativo mesmo em condições de anaerobiose fermentando os açúcares (WALKER, 1998).

A digestibilidade verdadeira *in vitro* da matéria seca (DVIVMS), da cana-de-açúcar *in natura* foi inferior a da cana-de-açúcar queimada, no momento da ensilagem (Figura 11), provavelmente pela eliminação da palha, que é um constituinte rico em frações fibrosas e de baixa digestibilidade.

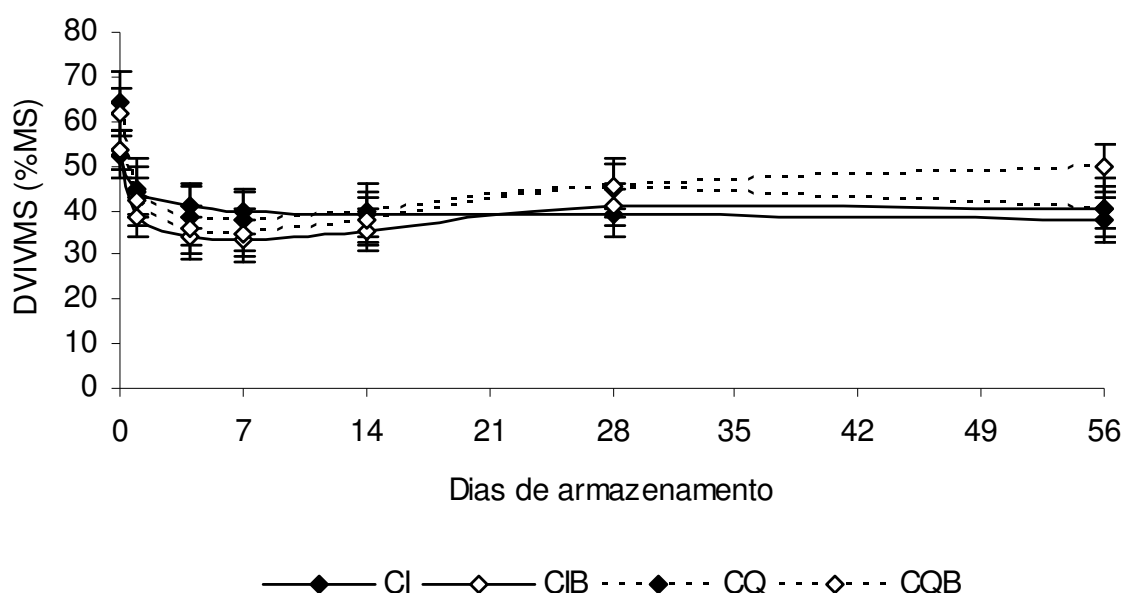


Figura 11. Variação temporal da digestibilidade verdadeira *in vitro* da matéria seca (%MS) durante o armazenamento de silagens de cana-de-açúcar, *in natura* ou queimada, e tratadas ou não com *L. buchneri*

¹CI: silagem de cana-de-açúcar *in natura* sem aditivo, CIB: silagem de cana-de-açúcar *in natura* tratada com *L. buchneri*, CQ: silagem de cana-de-açúcar queimada sem aditivo, CQB: silagem de cana-de-açúcar queimada tratada com *L. buchneri*.

Ao longo dos dias de armazenamento observou por diversas vezes a equivalência da DVIVMS entre as silagens, ou a alternância entre a superioridade de um tratamento em relação ao outro. O principal fato, a ser observado na Figura 11, é a

severa redução da DVIVMS já no primeiro dia de armazenamento, e chegando a representar cerca de 20 unidades percentuais aos 56 dias de armazenamento. A redução da digestibilidade foi observada por diversos autores (BALIEIRO NETO et al., 2007; SIQUEIRA et al., 2007b; PEDROSO et al., 2007 e SOUSA et al., 2008), no entanto, a queda observada no presente trabalho foi a maior de todos os artigos revisados. A redução acentuada da digestibilidade corrobora com os dados de recuperação de matéria seca (Figura 6) e perdas por gases (Figura 4).

O *L.buchneri* foi colocado por NUSSIO & SCHMIDT (2004) como sendo um possível aditivo de sucesso a ser utilizado na ensilagem da cana-de-açúcar, devido aos resultados obtidos nas pesquisas até o presente momento. SCHMIDT (2008) aponta que *L. buchneri* foi o aditivo mais pesquisado na ensilagem da cana-de-açúcar (25 trabalhos), principalmente pelos bons resultados obtidos por PEDROSO et al. (2006), dados esses divulgados na publicação da tese de Pedroso em 2003. SCHMIDT (2008) mostra que a variabilidade no padrão de resposta do *L. buchneri* parece ser superior a assistida para outros aditivos (uréia, óxido de cálcio, benzoato de sódio), por se tratar de um organismo vivo. Sendo assim, dependente de uma série de fatores, como substrato, umidade e população inicial entre outros.

A população inicial pode ser um das principais justificativas a ser considerada na falta de efeito de um inoculante bacteriano. Uma constatação da importância do aumento da dose foi obtida por SOUSA et al. (2008) que utilizou na ensilagem da cana-de-açúcar o *L. buchneri* na dose de $3,64 \times 10^5$ ufc/g de massa ensilada e também a associação do *L. buchneri* com o *Pediococcus pentosissus* na dose de 1×10^6 ufc/g de massa ensilada. Observou-se neste caso, que as silagens tratadas com a combinação de um aditivo homo e heterolático (*L. buchneri*), porém em doses mais altas e normalmente preconizadas no exterior; apresentaram resultados mais favoráveis que as silagens tratadas apenas com *L. buchneri* em dose baixa, maiores teores de ácido acético 9,26 *versus* 6,12% da MS, menores teores de etanol 1,30 *versus* 11,53% da MS e consequentemente maior recuperação da matéria seca 79,7 *versus* 66,6%.

Outra forma de visualizar os efeitos da ensilagem sobre as perdas quantitativas e as alterações nutritivas da cana-de-açúcar é pela determinação da recuperação da

matéria seca digestível (RMSD), preconizado por SIQUEIRA et al. (2007b) (Figura 12). Ao avaliar os tempos de armazenamento de 14, 28 e 56 dias, que são factíveis de serem utilizados como tempo inicial de utilização de um silo em uma propriedade agrícola, pode-se inferir que nas silagens de cana-de-açúcar *in natura* a RMSD reduziu após 14 dias de armazenamento. Já as silagens de cana-de-açúcar queimada apresentavam elevada magnitude de perda mesmo aos 14 dias. Isto equivale a dizer que em silagens de cana-de-açúcar tem-se que buscar aditivos que controlem a ação de leveduras, que muita das vezes podem ser desconhecidas e não quantificadas pelos métodos de avaliação normalmente utilizados (SANTOS et al. 2008). A indicação simplista de utilização rápida da silagem de cana-de-açúcar não é efetiva, pois as principais perdas ocorrem nos primeiros dias de estocagem.

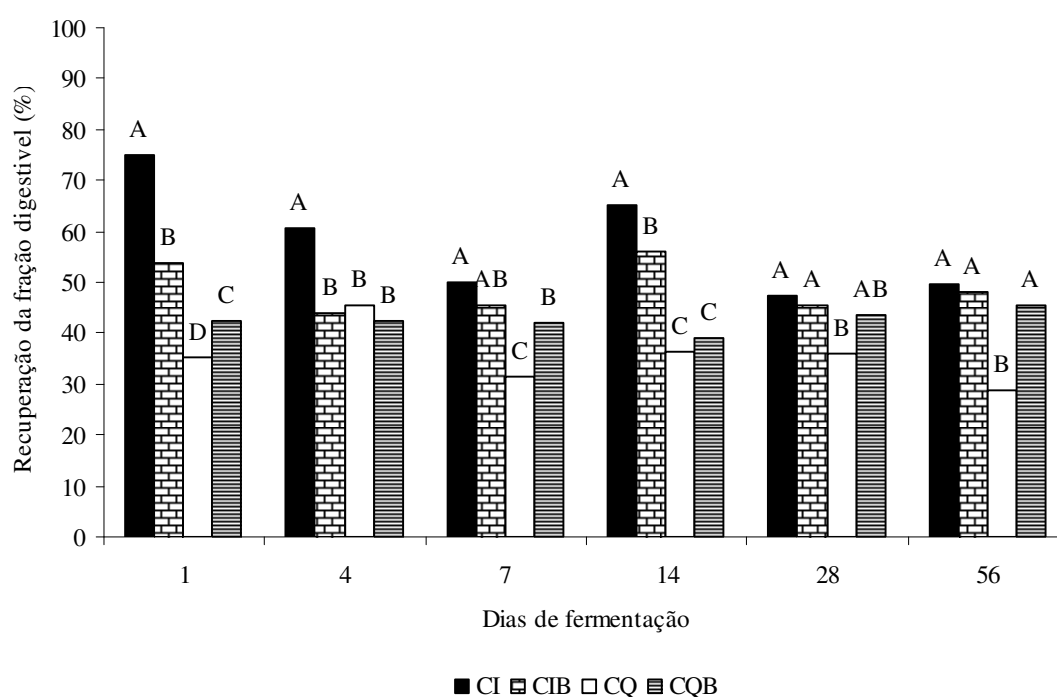


Figura 12. Variação temporal durante o armazenamento da recuperação da matéria seca digestível de silagens de cana-de-açúcar, *in natura* ou queimada, e tratadas ou não com *L. buchneri*

¹CI: silagem de cana-de-açúcar *in natura* sem aditivo, CIB: silagem de cana-de-açúcar *in natura* tratada com *L. buchneri*, CQ: silagem de cana-de-açúcar queimada sem aditivo, CQB: silagem de cana-de-açúcar queimada tratada com *L. buchneri*.

Barras com a mesma letra, dentro de cada dia de armazenamento, não diferiram estatisticamente pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

Mesmo havendo, toda uma ação teórica da atuação do *L. buchneri* e alguns bons resultados com sua utilização na ensilagem da cana-de-açúcar, ocorrem muitas variações nas repostas conforme foi observado no presente estudo. Uma possível solução seria o aumento da dose utilizada, que com base nos resultados obtidos em trabalhos internacionais, deveria ser de aproximadamente 5×10^5 ufc/g de massa ensilada, ou seja, 10 vezes a dose utilizada no Brasil. Estudos para a comprovação e validação da dose adequada devem ser realizados. Porém o custo de aplicações como a sugerida inviabilizariam a sua utilização, pois em média o gasto com a utilização do *L. buchneri* na dose recomendada pelo fabricante no Brasil é cerca de R\$ 5,00 / t de massa ensilada, desta forma a utilização da dose 5×10^5 ufc/g de massa ensilada, teria um custo de R\$ 50,00/t de massa ensilada, o que em alguns casos poderia ser maior que o custo total de produção e ensilagem de uma tonelada de cana-de-açúcar.

4. Conclusões

Silagens de cana-de-açúcar queimada apresentaram maiores perdas e alterações fermentativas e nutricionais, que as silagens de cana-de-açúcar *in natura*. O *L. buchneri* deve ser utilizado em silagens de cana-de-açúcar queimada e nas de cana-de-açúcar *in natura* seu uso é dispensável.

5. Referências

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists**. 15.ed. Arlington: 1990. 1117p.

BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A. et al. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1231-1239, 2007.

BERNARDES, T.F.; REIS, R.A.; SIQUEIRA, G.R. et al. 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.

COAN, R.M.; REIS, R.A.; GARCIA, G.R. et al. Dinâmica fermentativa e microbiológica de silagens dos capins tanzânia emarandu acrescidas de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1502-1511, 2007 (suplemento).

DESCHAMPS, F.C. Implicações do período de crescimento na composição química e digestão dos tecidos de cultivares de capim elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.1178-1189, 1999.

EVANGELISTA, A.R.; SIQUEIRA, G.R.; LIMA, J.A. et al. Perfil fermentativo de silagens de cana-de-açúcar com e sem inclusão de milho desintegrado com palha e sabugo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.20-26, 2009.

FILYA, I. The Effect of *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus plantarum* on the fermentation, aerobic stability, and ruminal degradability of low dry matter corn and sorghum silages. **Journal of Dairy Science**, v.85, n. 11, p.3575-3581, 2003.

GIRAFFA, G. Studying the dynamics of microbial populations during food fermentation – a review. **FEMS Microbiology Reviews**, v.28, n. 2, p.251-260, 2004.

JOBIM, C.C., REIS, R.A., SCHOCKEN-ITURRINO, R.P., et al. Desenvolvimento de microrganismos durante a utilização de silagens de grãos úmidos de milho e de espigas de milho sem brácteas **Acta Scientiarum**, v 21, n.3, p.671-676, 1999.

JONSSON, A. Growth of *clostridium tyrobutiricum* during fermentation and aerobic deterioration of grass silage. **Journal Science Food Agriculture**, v. 54, n.4, p. 557-568, 1991.

KLEINSCHMIDT, 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, n.10, p.4005-4013, 2006.

KUNG Jr., L.; GRIEVE, D.B.; THOMAS, J.W. et al. Added ammonia or microbial inoculant for fermentation and nitrogenous compounds of alfalfa ensiled at various percents of dry matter. **Journal of Dairy Science**, v.67, n.2 p.299-306, 1984.

McDONALD, P.; HENDERSON, A .R.; HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcomb Publications, 1991. 340 p.

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.

NISHINO, N.; YOSHIDA, M.; SHIOTA, H. et al. Accumulation of 1,2-propanediol and enhancement of aerobic stability in whole crop maize silage inoculated with *Lactobacillus buchneri*. **Journal of Applied Microbiology**, v.94, n.3, p.800-807, 2003.

NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P. Tecnologia de produção e valor alimentício de silagens de cana-de-açúcar. In: JOBIM, C.C.; CECATO, U.; CANTO, M.W. (Eds) **II Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas**. Maringá: UEM/CCA/DZO, 2004. p.01-33.

NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P.; PEDROSO, A.F. Silagem de cana-de-açúcar. In: PEIXOTO, A.M; MOURA, J.C.; Da SILVA, S.C. et al. (Ed) **Simpósio de pastagens**. Piracicaba: FEALQ/USP/ESALQ, 2003. p.100-150.

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.; PAZIANI, S.F. et al. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agricola**, v.62, n.5, p.427-432, 2005.
- PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; BARIONI Jr.; W. et al. Performance of Holstein heifers fed sugarcane silages treated with urea, sodium benzoate or *Lactobacillus buchneri*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 4, p. 649-654, 2006.
- 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.
- RANJIT, N. K.; TAYLOR, C.C; KUNG, Jr, L. Effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation, aerobic stability and nutritive value of maize silage. **Grass and Forage Science**, v. 57, n.1, p.73–81, 2002.
- ROBERTSON, J.B.; VAN SOEST, P.J. The detergent system of analysis and its application to human foods. In: JAMES, W. P. T.; THEANDER, O. (Ed.) **The analysis of dietary fiber in food**. New York: Marcel Dekker, 1981, p.123-158.
- SANTOS, M.C.; QUEIROZ, O.C.M.; NUSSIO, L.G. Microbiologia de forragens conservadas e suas aplicações. In: JOBIM, C.C.; CECATO, U.; CANTO, M.W. (Eds) **Produção e utilização de forragens conservadas**. Maringá: Masson, 2008. p.101-116.
- SAS Institute. **SAS User's Guide. Statistics**, Version 8.01 Edition. SAS Inst., Inc., Cary, NC., 1999.
- 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, 2008. p.117-152.
- SCHMIDT, P.; MARI, L.J.; NUSSIO, L.G. et al. Aditivos químicos e biológicos na ensilagem de cana-de-açúcar. 1. Composição química das silagens, ingestão, digestibilidade e comportamento ingestivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1666-1675, 2007 (suplemento).

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, 2007a (suplemento).

SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P. et al. Associação entre aditivos químicos e bacterianos na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.789-798, 2007b.

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.38, 2009a (*no prelo*).

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.

WALKER, G. M. **Yeast physiology and biotechnology**. London: Wiley Editorial Offices, 1998, 350p.

WEINBERG, Z.G.; MUCK, R.E. New trends and opportunities in the development and use inoculants for silage. **FEMS Microbiology Reviews**, v.19, n.1, p.53-68, 1996.

CAPÍTULO 3 - ÓXIDO DE CÁLCIO E *Lactobacillus buchneri* NCIMB 40788 NA ENSILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR *IN NATURA* OU QUEIMADA

RESUMO: Objetivou-se com a realização deste trabalho avaliar os efeitos da inclusão do óxido de cálcio e/ou do *L. buchneri* sobre as perdas e alterações químicas em silagens de cana-de-açúcar *in natura* ou queimada. Os tratamentos avaliados foram: silagens de cana-de-açúcar *in natura* (CI) sem aditivo, com *Lactobacillus buchneri* (LB), com óxido de cálcio (CaO) 1% da matéria natural e com a associação do LB e do CaO e silagem de cana-de-açúcar queimada (CQ) sem aditivos, com LB, com CaO e LB + CaO. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial (2X4), sendo os fatores a queima (presença ou ausência) e os aditivos (sem aditivo, LB, CaO e LB+CaO), com três repetições por tratamento. A variação de matéria seca foi inferior nas silagens de CI e CQ que receberam o tratamento com CaO independentemente da presença do LB, a diferença média foi de 5,85 unidades percentuais. Nas silagens de cana-de-açúcar sem aditivos, maiores recuperações de matéria seca foram observadas quando a ensilagem foi feita com CI (63,5%) em relação à CQ (46,8%). Quando se utilizou aditivos (LB e CaO) não foram observadas diferenças entre a CI ou CQ ($P>0,05$). Pelas análises multivariadas, foi possível constatar que a presença de CaO foi o fator que propiciou a maior discriminação dos grupos. Concluiu-se que o óxido de cálcio foi eficiente em reduzir as perdas e as alterações químicas na ensilagem de CI e de CQ. O óxido de cálcio reduziu as perdas e as alterações na composição química na ensilagem de cana-de-açúcar *in natura* ou queimada. O LB apenas atuou nas silagens de cana-de-açúcar queimada. Silagens de cana-de-açúcar queimada foram mais propensas às perdas que as de cana-de-açúcar *in natura*.

Palavras-chave: aditivos, análise multivariada, fermentação, inoculante bacteriano, silagem

1. Introdução

A maioria das espécies de leveduras, preferencialmente atua em condições de aerobiose, todavia algumas espécies podem manter a população em condições de anaerobiose fermentando açúcares solúveis e gerando etanol (WALKER, 1998), condições semelhantes às apresentadas na ensilagem da cana-de-açúcar. A fermentação por leveduras propicia segundo McDONALD et al. (1991) perdas quantitativas do substrato fermentado podendo chegar a 48,9%. Nesse sentido, tem-se que a redução das perdas de matéria seca, advindas do controle de leveduras durante a ensilagem da cana-de-açúcar é o principal alvo das pesquisas sobre esse assunto (PEDROSO et al., 2005, SIQUEIRA et al., 2007a).

A utilização de aditivos se apresenta como ferramenta para redução das perdas de matéria seca e obtenção de silagens de cana-de-açúcar com melhor valor nutritivo (PEDROSO et al., 2007). NUSSIO & SCHMIDT (2004) apontaram como aditivo promissor a ser utilizado na ensilagem da cana-de-açúcar o *Lactobacillus buchneri*, que é uma bactéria heterofermentativa que converte açúcares solúveis e ácido láctico em ácido acético (OUDE ELFERINK et al., 2001). Segundo MOON (1983) o ácido acético tem efeito inibidor sobre o crescimento de leveduras.

Outro aditivo, com utilização um pouco mais recente na cana-de-açúcar é a cal, com suas variações (hidróxido e óxido de cálcio). SANTOS et al. (2008) observaram redução do teor de etanol de 4,78 para 0,38% da MS e das perdas de matéria seca de 34,3 para 16,9%, com a utilização de 1% de CaO, a possível explicação desse efeito foi relacionada a redução da atividade de água, com conseqüente inibição do crescimento de leveduras. BALIEIRO NETO et al. (2007) também constataram efeito positivo da ação do óxido de cálcio na ensilagem da cana-de-açúcar na fermentação e durante a exposição aeróbia.

Outra estratégia é a combinação de aditivos, que é uma linha crescente em países da Europa e nos EUA. SIQUEIRA et al. (2007a, b) avaliaram a associação do *L. buchneri* com o hidróxido de sódio e constataram efeito sinérgico da atuação dos aditivos, com redução significativa das perdas por gases, elevação da recuperação de

MS e manutenção do valor nutritivo mais próximo da cana-de-açúcar no momento da ensilagem.

A literatura é escassa em informações sobre o uso do óxido de cálcio e principalmente no que diz respeito à associação deste aditivo com o *L. buchneri* na ensilagem da cana-de-açúcar.

Objetivou-se com a realização deste trabalho avaliar os efeitos da inclusão do óxido de cálcio e/ou do *L. buchneri* sobre as perdas e alterações químicas em silagens de cana-de-açúcar *in natura* ou queimada.

2. Material e Métodos

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) utilizada foi a variedade IAC 86-2480, produzida no Pólo Regional de Desenvolvimento dos Agronegócios da Alta Mogiana – APTA Regional de Colina. A colheita mecânica foi realizada em setembro de 2006, quando a cana-de-açúcar apresentava-se apta para o corte, com produção de 130 t MV/ha aos 18 meses de crescimento vegetativo – cana planta.

A forragem foi colhida pela ensiladeira modelo Menta Mit 3000, produzindo partícula de 1 a 3 cm. Nos tratamentos de cana-de-açúcar queimada, a queima foi realizada no final da tarde do dia anterior ao corte, sendo a colheita dos colmos realizada no momento da ensilagem.

Os tratamentos consistiram da utilização do *L. buchneri* (LB) e do óxido de cálcio (CaO) na ensilagem da cana-de-açúcar *in natura* e queimada. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial sendo um fator a queima (presença ou ausência) e os aditivos (sem aditivo, LB, CaO e LB +CaO) com três repetições por tratamento, sendo:

- 1) Cana-de-açúcar *in natura* sem aditivo,
- 2) Cana-de-açúcar *in natura* com *L. buchneri*,
- 3) Cana-de-açúcar *in natura* com óxido de cálcio,
- 4) Cana-de-açúcar *in natura* com *L. buchneri* e óxido de cálcio,
- 5) Cana-de-açúcar queimada sem aditivo,

- 6) Cana-de-açúcar queimada com *L. buchneri*,
- 7) Cana-de-açúcar queimada com óxido de cálcio e
- 8) Cana-de-açúcar queimada com *L. buchneri* e óxido de cálcio.

O microrganismo *Lactobacillus buchneri* (Cepa NCIMB 40788) utilizado, é encontrado no inoculante comercial LalsilCana®. O inoculante bacteriano foi aplicado na dose de 5×10^4 ufc/g de forragem fresca, está equivalente a 2 g de inoculante diluído em 2 litros de água por tonelada de forragem fresca. O CaO foi adicionado na dose de 1% da forragem, este foi diluído em água na quantidade de 4 litros de água por kg de CaO, o que equivale a 40 litros de água por tonelada de forragem fresca. Quando foi realizada a aplicação dos dois aditivos, primeiro procedeu-se a adição do CaO e depois do LB.

Como silos experimentais foram utilizados baldes de plástico com capacidade de 7 litros, munidos de tampas com válvulas de “Bunsen” para permitir o escape do gás e no fundo dos silos foram colocados 2 kg de areia seca, separada da forragem por uma tela e um tecido de náilon, para quantificação do efluente produzido.

Foi determinado o volume de cada silo experimental, descontando-se o espaço ocupado pela areia e pesou-se a quantidade de forragem para obter a massa específica. Nas silagens de cana-de-açúcar *in natura* a massa específica obtida foi 500 kg de forragem/m³ e nas de cana-de-açúcar queimada foi de 800 kg de forragem/m³. Após a compactação da forragem os silos foram vedados com fita adesiva, pesados e armazenados à temperatura ambiente.

Decorridos 60 dias de armazenamento os silos foram novamente pesados, para determinação das perdas por gás e abertos (JOBIM et al., 2007). Após a retirada da silagem o conjunto silo, areia, tela e tecido de náilon foram pesados para quantificação do efluente produzido, conforme descrito por SIQUEIRA et al. (2007a).

Antes da ensilagem e após a aplicação dos aditivos a forragem foi amostrada três vezes para cada tratamento. Sendo que de cada amostra foi pesada e levada para estufa de ventilação forçada a 60°C durante 72 horas, para determinação da matéria seca.

Na abertura, após homogeneização da silagem, retirou-se duas amostras de cada silo. Uma das amostras coletadas foi preparada segundo a metodologia descrita por KUNG Jr. et al. (1984) para determinação do pH com o uso do potenciômetro. A outra amostra foi pesada e levada para estufa de ventilação forçada a 60°C durante 72 horas.

As amostras que foram levadas para estufa, colhidas antes da ensilagem e após a abertura dos silos, foram novamente pesadas, moídas em moinho de faca até o tamanho das partículas atingirem menos de 1 mm e armazenadas em potes de plástico, para posterior determinação dos teores de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) segundo AOAC (1990). A digestibilidade verdadeira *in vitro* da matéria seca foi determinada segundo ROBERTSON & VAN SOEST (1981). O teor de fibra em detergente neutro (FDN) foi avaliado segundo a técnica descrita por ROBERTSON & VAN SOEST (1981) com as amostras submetidas à digestão em solução detergente por 40 min em autoclave a 111°C e 0,5 atm (DESCHAMPS, 1999).

Foi determinada a variação dos parâmetros avaliados na abertura em relação ao momento da ensilagem, pela seguinte fórmula:

Variação = valor do parâmetro na abertura – valor do parâmetro na ensilagem;

Os dados foram analisados estatisticamente pelos procedimentos da análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey ao nível de significância de 5%, utilizando o programa de Análise Estatística SAS (1999).

A seguir, na complementação da análise estatística univariada, realizaram-se as análises multivariadas de agrupamento e de componentes principais, que permitiram a avaliação em conjunto de todas as variáveis desejadas (MANLY, 1994). Utilizaram-se como variáveis, as variações do pH, PB, FDN, DVIVMS e as perdas (perdas por gases, produção de efluente e recuperação de matéria seca). Para aplicação das análises multivariadas, o conjunto de dados foi padronizado de modo que cada descritor foi mantido com média nula e variância unitária. A análise de agrupamento foi processada segundo metodologia proposta por SNEATH & SOKAL (1973). A estratégia de agrupamento adotada foi a Average Linkage (UPGMA Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Averages). As variáveis foram processadas no *software* Statistica v. 6.0.

Com relação aos componentes principais, foram utilizados neste trabalho, apenas os autovalores acima de 1 (KAISER, 1958).

3. Resultados e Discussão

Os dados de composição bromatológica da cana-de-açúcar antes da ensilagem (Tabela 1), apresentaram valor nutritivo combatível com os dados observados na tabela de composição química de alimentos de VALADARES FILHO et al. (2006). A cana-de-açúcar *in natura* sem aditivo apresentou teor de matéria seca (MS) (37,2%) superior ao observado por VALADARES FILHO et al. (2006) (28,5%), este fato pode ser decorrente da cana-de-açúcar ter sido colhida aos 18 meses propiciando dessa forma maior amadurecimento.

Os teores dos componentes fibrosos observados (Tabela 1) foram próximos aos constatados por VALADARES FILHO et al. (2006) que em média foram 57,7; 34,0 e 7,8% na MS para FDN, FDA e lignina, respectivamente. A digestibilidade verdadeira *in vitro* da matéria seca (DVIVMS) também foi semelhante à observada por VALADARES FILHO et al. (2006) que obtiveram em média 54,15% da MS e no presente estudo o valor observado foi de 53,0% da MS.

Tabela 1. Composição da cana-de-açúcar antes da ensilagem

Parâmetro ¹	<i>in natura</i>				Queimada			
	Controle	LB	CaO	LB + CaO	Controle	LB	CaO	LB + CaO
pH	5,7	5,7	12,3	12,2	5,5	5,6	11,7	12,1
MS	37,2	36,3	34,7	34,0	32,6	31,9	33,0	31,7
PB ²	2,63	2,70	2,03	2,02	2,9	2,97	2,54	2,27
FDN ²	55,2	53,2	49,7	48,0	37,8	43,4	39,8	38,6
FDA ²	50,9	48,9	42,7	33,4	35,2	40,5	35,0	31,0
LIG ²	8,4	8,35	9,4	5,4	6,0	7,1	7,8	6,5
DVIVMS ²	53,0	55,61	57,9	59,1	66,6	63,7	66,0	64,0

1- MS: matéria seca, PB: proteína bruta, FDN: fibra em detergente neutro, FDA: fibra em detergente ácido, LIG: lignina, DVIVMS: digestibilidade verdadeira *in vitro* da MS.

2 – expressos em porcentagem da matéria seca

Merecem destaque, as mudanças ocorridas ao se realizar a queima e também as alterações químicas com a inclusão do CaO. Em relação a queima ocorre redução acentuada dos componentes fibrosos, devido a eliminação da palha que é uma fração com altas concentrações de FDN, FDA e lignina, que conseqüentemente eleva proporcionalmente a concentração de carboidratos solúveis. Outro reflexo é a redução do teor de MS que em média foi de três unidades percentuais e aumento da DVIVMS que foi de aproximadamente nove unidades percentuais. SIQUEIRA et al. (2009b) constataram alterações na composição química em função do efeito da queima semelhante às relacionadas na Tabela 1.

A adição de CaO à cana-de-açúcar promoveu redução dos componentes fibrosos. Atribuí-se a redução da fibra, a solubilização, principalmente da hemicelulose, devido à presença do agente alcalinizante (CaO). BALIEIRO NETO et al. (2007) também constaram essas alterações com a adição de CaO na cana-de-açúcar antes da ensilagem. PIRES et al. (2006) avaliaram o efeito da inclusão de NaOH no bagaço de cana-de-açúcar nas doses de 0; 2,5; 5,0 e 7,5% na MS nos tempos de 1, 3, 5 e 7 dias. Constatou-se efeito significativo das doses, porém sem efeito do tempo de armazenamento, afirma-se desta forma que os agentes alcalinos têm rápida atuação sobre a forragem. Pode-se destacar que muitos dos efeitos da ação do óxido de cálcio ocorreram antes da ensilagem.

JOBIM et al. (2007) em revisão sobre metodologia de avaliações de forragens conservadas alerta para a importância de se avaliar a forragem antes da ensilagem e compará-la com as silagens produzidas, conhecendo desta forma as alterações ocorridas durante o processo de armazenamento.

Nas silagens com adição de CaO não houve diferença significativa da queima ($P>0,05$), já nas silagens sem CaO a cana-de-açúcar queimada propiciou silagens com menor teor de MS (Tabela 2). As silagens de cana-de-açúcar *in natura* adicionadas com *L. buchneri* (LB) apresentaram teores de MS inferior às tratadas com CaO ($P<0,05$), as controle tiveram valores intermediários não diferindo das LB nem das com CaO ($P>0,05$). Nas silagens de cana-de-açúcar queimada ocorreram diferenças apenas com

relação a presença ou não de CaO ($P < 0,05$), sendo que a adição do LB não interferiu no teor de MS ($P > 0,05$).

Tabela 2. Teores médios de matéria seca (%) e variação da matéria seca (VMS) de silagens de cana-de-açúcar *in natura* ou queimada tratadas com óxido de cálcio (CaO) e/ou *L. buchneri*

Matéria seca (%)				VMS ²			
Aditivos	Cana-de-açúcar		Médias	Aditivos	Cana-de-açúcar		Médias
	<i>In natura</i>	Queimada			<i>In natura</i>	Queimada	
Controle	25,9 ABa	19,3 Bb	22,6	Controle	-11,3	-13,3	-12,3 A
LB ¹	24,8 Ba	21,3 Bb	23,0	LB ¹	-11,5	-10,6	-11,1 A
CaO	27,1 Aa	27,8 Aa	27,4	CaO	-7,7	-5,2	-6,4 B
LB + CaO	27,5 Aa	27,6 Aa	27,6	LB + CaO	-6,5	-4,1	-5,3 B
Médias	26,3	24,0	25,2	Médias	-9,2 a	-8,3 a	-8,8
CV (%)			4,89	CV (%)			18,91

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferiram estatisticamente pelo teste Tukey ($P > 0,05$). 1-LB: *Lactobacillus buchneri*.

2- Diferença entre o teor na abertura e na ensilagem

A variação da matéria seca (VMS) não apresentou diferença significativa entre as silagens de cana-de-açúcar *in natura* ou queimada ($P > 0,05$). Em relação aos aditivos o CaO proporcionou redução da VMS, independentemente da presença do LB (Tabela 2). O CaO é um aditivo alcalinizante e pode alterar a população de microrganismos presente na silagem pela redução da atividade de água e pela elevação do pH (SANTOS et al., 2008). Segundo JOBIM et al. (2007) a atividade de água refere-se à medição da concentração de solutos em água e seus efeitos sobre a atividade química da água. Neste sentido, pode inferir que a presença de CaO na cana-de-açúcar reduziu a atividade de água, restringindo o crescimento de leveduras, que são os principais responsáveis pela redução do conteúdo de MS nas silagens de cana-de-açúcar, mesmo considerando que nas silagens com CaO houve adição de água via aplicação do aditivo, superior a utilizada com o inoculante. SIQUEIRA et al. (2009b) constataram que silagens de cana-de-açúcar *in natura* ou queimada tratadas com 1% de NaOH na MS, apresentaram maiores valores de MS que as silagens controle, em média foi observada 2,5 unidades percentuais a mais nas silagens tratadas.

Os valores de pH não diferiram entre as silagens produzidas com cana-de-açúcar *in natura* ou queimada ($P>0,05$). Nas silagens tratadas com CaO os valores de pH foram superiores às demais (Tabela 3). A análise dos valores de pH deve ser feita juntamente com a variação do pH (VpH), pois a avaliação isolada dos dados de pH pode inferir em interpretação errônea. Nas silagens tratadas com CaO ocorreram maiores VpH, isto é, apesar dos maiores valores de pH, pode-se afirmar que nessas silagens a redução do pH foi mais intensa.

Tabela 3. Valores de pH e variação do pH (VpH) de silagens de cana-de-açúcar *in natura* ou queimada tratadas com óxido de cálcio (CaO) e/ou *L. buchneri*

pH				VpH ²			
Aditivos	Cana-de-açúcar		Médias	Aditivos	Cana-de-açúcar		Médias
	<i>in natura</i>	Queimada			<i>In natura</i>	Queimada	
Controle	3,7	3,7	3,7 B	Controle	-2,0	-1,8	-1,9 A
LB ¹	3,7	3,6	3,6 B	LB ¹	-2,0	-2,0	-2,0 A
CaO	4,1	4,1	4,1 A	CaO	-8,2	-7,5	-7,9 B
LB + CaO	4,1	4,1	4,1 A	LB + CaO	-8,1	-8,0	-8,0 B
Médias	3,9 a	3,9 a	3,88	Médias	-5,1 a	-4,8 a	-5,0
CV (%)			3,68	CV (%)			6,01

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferiram estatisticamente pelo teste Tukey ($P>0,05$). 1-LB: *Lactobacillus buchneri*.

2- Diferença entre o teor na abertura e na ensilagem

O valor de pH final é dependente do pH inicial, da capacidade tampão, da concentração de ácidos orgânicos entre outros fatores. Além do fato do maior pH inicial, a forragem quando é tratada com aditivos alcalinizantes como o NaOH ou o CaO apresenta capacidade tampão superior às silagens não tratadas (SANTOS et al., 2008; SIQUEIRA et al., 2009a). CASTRILLÓN et al. (1978) trataram a cana-de-açúcar com 4% de NaOH na matéria seca e observaram que as silagens controle tiveram 1,6% de ácido láctico enquanto as tratadas apresentaram 12,2%, mesmo com essa alta produção de ácido láctico as silagens tratadas apresentaram pH de 4,41 enquanto as não tratadas 4,12. Fato semelhante foi observado por SANTOS et al. (2008) que obtiveram valores de pH superior nas silagens tratadas com CaO 1% na matéria natural (4,09) em relação

as controle (3,46), mesmo as silagens tratadas com CaO tendo apresentado 3,66% de ácido láctico e as controle apenas 2,00% na MS. Desta forma, pode-se inferir que as silagens tratadas com CaO no presente estudo possivelmente apresentaram maiores concentrações de ácido láctico que as demais silagens.

A adição do *L. buchneri*, na ensilagem do milho e sorgo (FILYA, 2003), capins (DRIEHUIS et al., 2001) e grãos úmidos (TAYLOR & KUNG Jr., 2002), geralmente propicia valores de pH mais elevados que nas silagens controle, devido à capacidade do LB em converter ácido láctico em ácido acético e 1,2 propanodiol (OUDE EFERINK et al., 2001). No entanto, em silagens de cana-de-açúcar valores de pH mais elevados normalmente não são observados com a utilização do LB (SIQUEIRA et al., 2007a; PEDROSO et al., 2007; SANTOS et al., 2008). Uma possível explicação para esse fato pode ser atribuída, a baixa capacidade tampão da cana-de-açúcar e seu alto conteúdo de carboidratos solúveis, nessas condições baixas concentrações de ácidos orgânicos, são suficientes para redução do pH. Uma comprovação desse fato são os trabalhos de PEDROSO et al. (2005) e EVANGELISTA et al. (2008) que constataram redução do pH de silagens de cana-de-açúcar a valores inferiores a 3,8 com sete e três dias, respectivamente.

Nas silagens de cana-de-açúcar *in natura* as maiores perdas por gases foram observadas nas silagens LB que diferiram das silagens tratadas com CaO com e sem LB, já as silagens controle não diferiram de nenhuma silagem (Tabela 4). Nas silagens de cana-de-açúcar queimada a perda por gases foram maiores nas silagens que não receberam CaO ($P < 0,05$).

Nas silagens tratadas com CaO não observou-se diferença significativa entre a cana-de-açúcar *in natura* ou queimada ($P > 0,05$). Já nas silagens controle e nas LB a queima propiciou elevação da perda por gases ($P < 0,05$).

SIQUEIRA et al. (2009a) observaram redução da perda por gases em silagens de cana-de-açúcar tratadas com NaOH, a explicação exposta foi que no metabolismo de bactérias homofermentativas, a fermentação de glicose com síntese de ácido láctico não gera produção de CO_2 . A inclusão de NaOH, possivelmente propiciou aumento no teor de ácido láctico, conforme foi observado nos estudos de CASTRILLÓN et al. (1978)

e SANTOS et al. (2008), devido ao estímulo de desenvolvimento de bactérias homofermentativas. Nesse cenário, pode-se inferir que a redução das perdas por gases foi resultado do aumento da população de bactérias homofermentativas que consumiram com maior eficiência os carboidratos solúveis, reduzindo principalmente a atuação das leveduras.

Tabela 4. Perdas por gases (% MS total) e produção de efluente (kg/t MN) de silagens de cana-de-açúcar *in natura* ou queimada tratadas com óxido de cálcio (CaO) e/ou *L. buchneri*

Perdas por gases (%)				Produção de efluente (kg/t MN)			
Aditivos	Cana-de-açúcar		Médias	Aditivos	Cana-de-açúcar		Médias
	<i>in natura</i>	Queimada			<i>in natura</i>	Queimada	
Controle	23,3 ABb	36,0 Aa	29,7	Controle	15,0 Ab	90,5 Aa	52,8
LB ¹	27,4 Ab	36,2 Aa	31,8	LB ¹	14,7 Ab	74,1 Ba	43,9
CaO	20,5 Ba	18,9 Ba	19,7	CaO	14,6 Ab	40,5 Ca	27,6
LB + CaO	20,7 Ba	17,1 Ba	18,9	LB + CaO	19,6 Ab	36,3 Ca	27,9
Médias	23,0	27,1	25,0	Médias	15,7	60,4	38,0
CV (%)			13,11	CV (%)			15,48

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferiram estatisticamente pelo teste Tukey ($P > 0,05$). 1-LB: *Lactobacillus buchneri*.

Maiores perdas por gases em silagens de cana-de-açúcar queimada podem ser atribuídas a maior atuação de leveduras nessas condições, devido a elevação da disponibilidade de substratos, ao realizar a queima ocorre concentração dos açúcares solúveis e também pode-se inferir que com a retirada da palha a quantidade proporcional de açúcares é elevada. BERNARDES et al. (2007) observaram elevação da população de leveduras de 2,2 para 2,7 ufc/g de silagem e da concentração de etanol de 6,5 para 7,3% da MS em silagens de cana-de-açúcar queimada em relação às de cana-de-açúcar *in natura*. Segundo os autores, a presença de açúcares redutores (glicose e frutose) pode facilitar a fermentação alcoólica pelas leveduras, pois, segundo WALKER (1998), algumas espécies possuem invertase, enzima capaz de degradar a sacarose, enquanto outras cepas, por não possuírem a enzima, ficariam limitadas à fermentação desse dissacarídeo. Assim, com a presença de elevados teores de glicose e frutose, duas fontes de carbono capazes de serem facilmente fermentadas, as

silagens produzidas com cana-de-açúcar queimada podem apresentar maiores teores de etanol.

Esperava-se que as silagens tratadas com LB apresentassem menores perdas por gases, devido à ação antifúngica desse inoculante bacteriano. A proposta de utilização do *L. buchneri* na ensilagem de cana-de-açúcar foi feita por NUSSIO et al. (2003), com base em resultados positivos obtidos no controle de leveduras durante a exposição aeróbia de silagens de milho e sorgo. A base de atuação do LB se dá pelo acúmulo de ácido acético que por sua vez tem efeito inibitório no crescimento de leveduras (MOON, 1983). Todavia, esse efeito não foi constatado, uma das possíveis explicações é a dose utilizada, segundo KLEINSCHMIT & KUNG Jr. (2006) doses acima de 1×10^5 ufc/g de forragem fresca apresentam maior efeito sobre o controle de leveduras que doses inferiores a essas. Nos trabalhos desenvolvidos nos Estados Unidos e na Europa com outras culturas, a dose comumente utilizada é a 5×10^5 ufc/g de forragem fresca, ou seja, 10 vezes a dose utilizada na presente pesquisa, que é a recomendada no Brasil.

Nas silagens de cana-de-açúcar *in natura* não foram constatados efeitos dos aditivos sobre a produção de efluente ($P > 0,05$). Já nas silagens de cana-de-açúcar queimada as silagens LB apresentaram redução da produção de efluente comparada às sem aditivo. As tratadas com CaO com ou sem LB apresentaram menor produção de efluente comparada as demais ($P < 0,05$).

Os valores observados de produção de efluentes nas silagens de cana-de-açúcar *in natura* encontram-se dentro da variação constatada na literatura que vai de 7,0 kg/t MN (PEDROSO et al., 2007) a 76,2 kg/t MN (SIQUEIRA et al., 2007a).

Nas silagens de cana-de-açúcar queimada, normalmente ocorre maior produção de efluente, possivelmente devido a retirada da palha; que além de reduzir o teor de matéria seca da forragem, também pode atuar como aditivo seqüestrante de umidade (SIQUEIRA et al., 2009a).

Nas silagens de cana-de-açúcar queimada houve efeito do LB em reduzir a produção de efluentes. SCHMIDT (2008) em sua revisão sobre aditivos na ensilagem da cana-de-açúcar constatou que de 13 estudos avaliados, três apresentaram redução

da produção de efluente devido ao uso do *L. buchneri*. A utilização do CaO na ensilagem da cana-de-açúcar queimada, segundo a revisão de SCHMIDT (2008) apresenta potencial de redução da produção de efluente, pois em quatro dos seis estudos houve efeito positivo com a utilização deste aditivo. SIQUEIRA et al. (2009a) também observaram redução da produção de efluente em silagens de cana-de-açúcar queimada e tratada com NaOH (1%). Visualmente as silagens tratadas com aditivos alcalinos apresentam extravasamento celular, porém não ocorre percolação do líquido.

Nas silagens de cana-de-açúcar *in natura* houve diferença da recuperação de matéria seca (RMS) das silagens tratadas com CaO com e sem LB das tratadas apenas com LB, sendo que as controle não diferiram de nenhuma das demais (Tabela 5). Nas silagens de cana-de-açúcar queimada a diferenciação se deu em função da presença ou não do CaO, o que está de acordo com os dados de perdas por gases e produção de efluente (Tabela 4).

Tabela 5 Recuperação da matéria seca (%) de silagens de cana-de-açúcar *in natura* ou queimada tratadas com óxido de cálcio (CaO) e/ou *L. buchneri*

Recuperação da matéria seca (%)			
Aditivos	Cana-de-açúcar		Médias
	In natura	Queimada	
Controle	63,5 ABa	46,8 Bb	55,2
LB ¹	61,2 Ba	54,2 Ba	57,7
CaO	71,3 Aa	75,5 Aa	73,4
LB + CaO	73,7 Aa	79,3 Aa	76,5
Médias	67,4	64,0	65,7
CV (%)			6,97

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferiram estatisticamente pelo teste Tukey ($P > 0,05$). 1-LB: *Lactobacillus buchneri*.

A presença do CaO com ou sem associação ao LB nas silagens de cana-de-açúcar queimada, transformaram silagens com alto potencial de perdas em silagens semelhantes as de cana-de-açúcar *in natura* com CaO. Avaliando silagens de cana-de-açúcar *in natura*, SANTOS et al. (2008) constataram redução das perdas de matéria seca em aproximadamente 17 unidades percentuais, atribuí-se esse efeito a inibição do

crescimento de microrganismos indesejáveis, como as leveduras que consomem carboidratos e geram etanol e CO₂.

A observação de boa RMS apresenta-se como um dos principais desafios relacionados à ensilagem da cana-de-açúcar. SIQUEIRA et al. (2005) demonstraram que as perdas ocorridas durante a fermentação da cana-de-açúcar representam 80% das perdas quando consideradas as fases de fermentação e aerobiose.

Perdas de matéria seca da ordem de 30% são facilmente encontradas na literatura na ensilagem de cana-de-açúcar pura ou com aditivos ineficientes (PEDROSO et al., 2005; SIQUEIRA et al., 2007a, SANTOS et al., 2008, SOUSA et al., 2008 e SIQUEIRA et al., 2009a). No entanto, perdas próximas a 50% não são relatadas na literatura, há de se considerar que neste caso trata-se de silagens de cana-de-açúcar queimada e na maioria dos estudos avaliou-se apenas a cana-de-açúcar *in natura*. Com base, nos dados obtidos por BERNARDES et al. (2007) e SIQUEIRA et al. (2009a) pode-se considerar a cana-de-açúcar queimada mais propensa às perdas de MS quando essas não são devidamente controladas por meio da utilização de aditivos.

Os teores de proteína bruta (PB) foram maiores nas silagens de cana-de-açúcar queimada em comparação com as de cana-de-açúcar *in natura* ($P < 0,05$). Em relação aos aditivos maiores teores foram observados nas silagens controle e nas LB ($P < 0,05$) (Tabela 6). Pode-se atribuir a elevação dos teores de PB ao consumo de carboidratos solúveis por leveduras durante a fermentação. EVANGELISTA et al. (2008) observaram elevação da PB de 1,7 a 2,7% da ensilagem aos 60 dias de fermentação.

A correta interpretação deveria ser baseada na variação da PB (VPB), contudo no presente estudo, não foi observada diferença significativa, entre os tratamentos avaliados ($P > 0,05$). A inobservância de resultado significativo pode ser atribuída ao alto coeficiente de variação desta variável (69,6%). Todavia, numericamente pode-se constatar que houve a mesma tendência na VPB que o comportamento observado nos teores de PB.

Tabela 6. Teores médios de proteína bruta (PB) (% MS) e variação do teor de proteína bruta (VPB) de silagens de cana-de-açúcar in natura ou queimada tratadas com óxido de cálcio (CaO) e/ou *L. buchneri*

PB				VPB ²			
Aditivos	Cana-de-açúcar		Médias	Aditivos	Cana-de-açúcar		Médias
	In natura	Queimada			In natura	Queimada	
Controle	3,07	4,00	3,53 A	Controle	0,44	1,07	0,76 A
LB ¹	3,05	3,73	3,39 A	LB ¹	0,34	0,76	0,55 A
CaO	2,51	2,76	2,63 B	CaO	0,48	0,22	0,35 A
LB + CaO	2,37	2,51	2,44 B	LB + CaO	0,35	0,24	0,30 A
Médias	2,75 b	3,25 a	3,00	Médias	0,40 a	0,58 a	0,49
CV (%)			10,29	CV (%)			69,6

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferiram estatisticamente pelo teste Tukey ($P>0,05$). 1-LB: *Lactobacillus buchneri*.

2- Diferença entre o teor na abertura e na ensilagem

Pode-se observar que as silagens de cana-de-açúcar *in natura* apresentaram maiores teores de FDN que as silagens de cana-de-açúcar queimada ($P<0,05$) (Tabela 7). Em relação aos aditivos as silagens com CaO sem LB apresentaram valores intermediários e as com CaO com LB tiveram os menores teores de FDN. Esses resultados podem a princípio ser atribuídos às perdas ocorridas durante a fermentação, mas na verdade eles são dependentes dos teores no momento da ensilagem.

Tabela 7. Teores médios de fibra em detergente neutro (FDN) (% MS) e variação do teor de FDN (VFDN) de silagens de cana-de-açúcar in natura ou queimada tratadas com óxido de cálcio (CaO) e/ou *L. buchneri*

FDN				VFDN ²			
Aditivos	Cana-de-açúcar		Médias	Aditivos	Cana-de-açúcar		Médias
	In natura	Queimada			In natura	Queimada	
Controle	76,0	70,1	73,4 A	Controle	20,9 Ab	32,9 Aa	26,9
LB ¹	75,9	69,7	72,8 A	LB ¹	22,7 Aa	26,3 Ba	24,5
CaO	58,2	47,2	52,7 B	CaO	8,5 Ba	7,4 Ca	7,9
LB + CaO	53,5	43,3	48,4 C	LB + CaO	5,5 Ba	4,8 Ca	5,1
Médias	65,9 a	57,7 b	61,8	Médias	14,4	17,8	16,1
CV (%)			2,74	CV (%)			13,44

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferiram estatisticamente pelo teste Tukey ($P>0,05$). 1-LB: *Lactobacillus buchneri*.

2- Diferença entre o teor na abertura e na ensilagem

Constatou-se que nas silagens de cana-de-açúcar *in natura* ou queimada o CaO reduziu significativamente a variação da FDN ($P < 0,05$). Uma hipótese é pela solubilização da hemicelulose, devido a ação da alcalinidade do CaO. Outra explicação é pela redução do consumo de carboidratos solúveis, proporcionando menor elevação da FDN (Figura 1).

Com base nos resultados da recuperação da MS (Tabela 5), pode-se atribuir que efetivamente o CaO com ou sem a presença do LB mantiveram as silagens de cana-de-açúcar *in natura* ou queimada mais próximas aos teores fibrosos encontrados no momento da abertura (Figura 1). Esse fato pode ser atribuído ao possível controle da população de leveduras pela alteração da pressão osmótica.

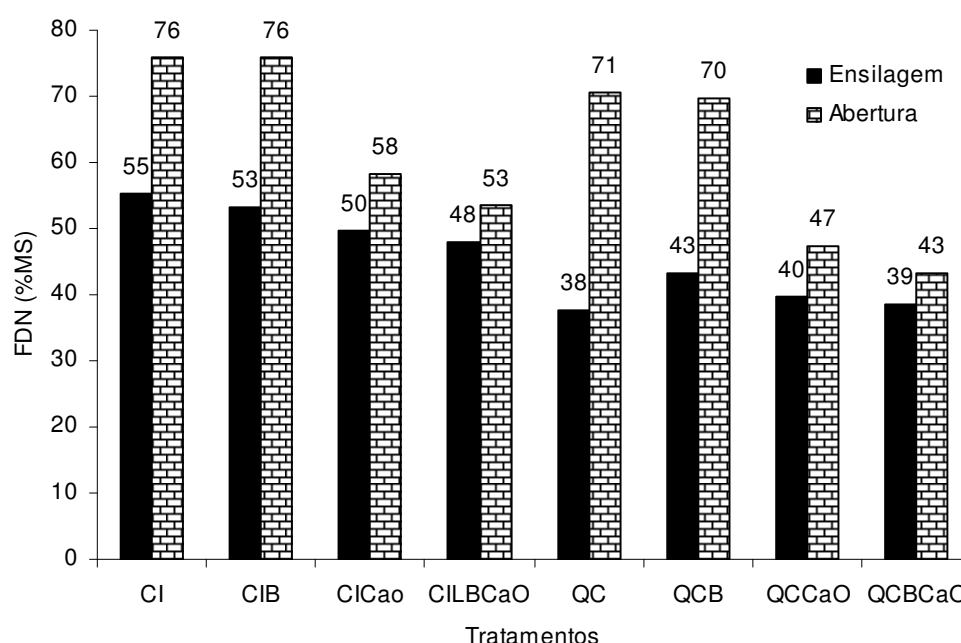


Figura 1. Teores de fibra em detergente neutro na ensilagem e na abertura de silagens de cana-de-açúcar *in natura* (CI) ou queimada (CQ) tratadas com óxido de cálcio (CaO) e/ou *L. buchneri* (LB)

A digestibilidade verdadeira *in vitro* da matéria seca (DVIVMS) nas silagens de cana-de-açúcar *in natura* foi maior naquelas tratadas com CaO com e sem LB (Tabela 8). Nas silagens de cana-de-açúcar queimada os maiores valores foram observados também nas silagens com CaO com e sem LB, os valores intermediários foram

observados nas silagens com LB e os menores valores de DVIVMS nas silagens controle. Maior digestibilidade nas silagens com CaO podem ser atribuídas a solubilização dos componentes fibrosos (Tabela 7) e também a redução das perdas de MS (Tabela 5).

Com relação a queima apenas nas silagens controle não se observou diferença significativa ($P>0,05$). Nos demais tratamentos as silagens de cana-de-açúcar queimada apresentaram maiores DVIVMS que as silagens de cana-de-açúcar *in natura*. Conforme foi comentado na discussão dos teores de PB, a correta interpretação deve ser baseada na variação da DVIVMS (VDVIVMS).

Nas silagens de cana-de-açúcar *in natura* as VDVIVMS foram reduzidas nas silagens com CaO com e sem LB, o mesmo ocorreu nas silagens de cana-de-açúcar queimada (Tabela 8). A manutenção da digestibilidade a valores próximos ao da ensilagem pode ser considerada uma característica muito desejável, pois todo processo de conservação de forragem infere em perdas qualitativas.

Tabela 8. Valores médios de digestibilidade verdadeira *in vitro* da matéria seca (DVIVMS) (% MS) e variação da DVIVMS (VDVIVMS) de silagens de cana-de-açúcar *in natura* ou queimada tratadas com óxido de cálcio (CaO) e/ou *L. buchneri*

DVIVMS				VDVIVMS ²			
Aditivos	Cana-de-açúcar		Médias	Aditivos	Cana-de-açúcar		Médias
	<i>in natura</i>	Queimada			<i>in natura</i>	Queimada	
Controle	32,6 Ba	35,9 Ca	34,3	Controle	-20,3 Ab	-30,7 Aa	-25,5
LB ¹	36,8 Bb	50,0 Ba	43,4	LB ¹	-18,8 Aa	-13,7 Bb	-16,2
CaO	52,6 Ab	63,0 Aa	57,8	CaO	-5,2 Ba	-2,99 Ca	-4,1
LB + CaO	55,6 Ab	62,0 Aa	58,8	LB + CaO	-3,4 Ba	-1,91 Ca	-2,7
Médias	44,4	52,7	48,6	Médias	-12,0	-12,3	-12,1
CV (%)			5,82	CV (%)			20,3

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferiram estatisticamente pelo teste Tukey ($P>0,05$). 1-LB: *Lactobacillus buchneri*.

2- Diferença entre o teor na abertura e na ensilagem

No presente estudo, pode-se afirmar que os valores observados na VDVIVMS estão condizentes com resultados expostos na Figura 1 e nas Tabelas 4, 5 e 7, pois existe alta correlação negativa entre digestibilidade e teor de FDN na cana-de-açúcar. E

também atribui-se que nas silagens tratadas com CaO com e sem LB, pode ter havido maior preservação de carboidratos não fibrosos da cana-de-açúcar que são a porção mais digestível dessa forragem (CORRÊA et al. 2003).

A análise em conjunto de todas as variáveis de perdas e das variações da composição química, possibilitou a construção do dendrograma resultante da análise de agrupamento (Figura 2). O dendrograma permitiu observar que a presença de CaO foi o fator que propiciou a maior discriminação dos grupos, separando o grupo 1 dos grupos 2 e 3. Já a divisão dos grupos 2 e 3 foi dada em função da queima, porém com menor discriminação. O grupo 1 foi representado pelas silagens que foram tratadas com CaO independentemente de serem provenientes de cana-de-açúcar *in natura* ou queimada e inoculadas ou não com LB. No grupo 2 ficaram as silagens de cana-de-açúcar queimada (controle e as tratadas apenas LB) e por fim, o grupo 3 ficou representado pelas silagens de cana-de-açúcar *in natura* (controle e LB).

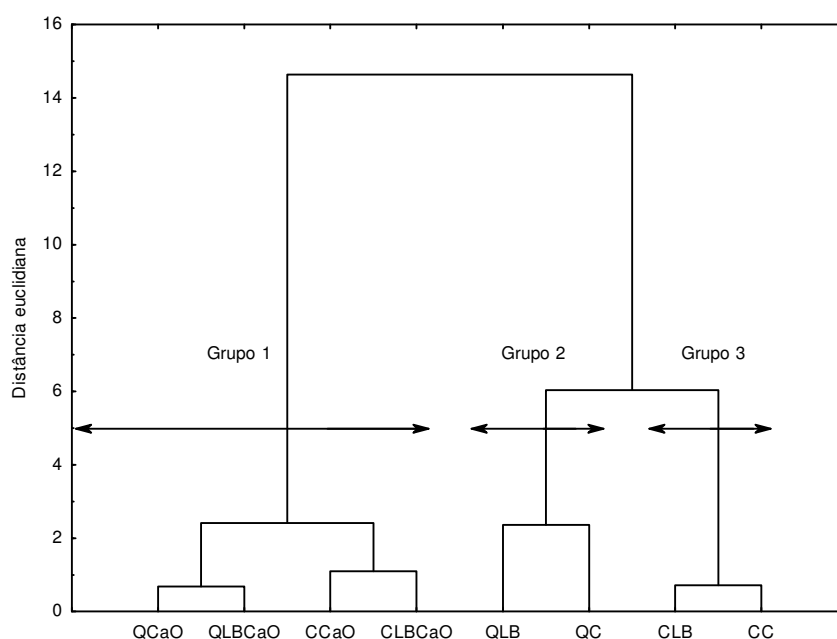


Figura 2. Dendrograma da análise de agrupamento das avaliações de perdas e das variações de composição química de silagens de cana-de-açúcar *in natura* (C) ou queimada (Q) tratadas com óxido de cálcio (CaO) e/ou *L. buchneri* (LB).

A separação das silagens com a presença do CaO pode ser atribuída as menores perdas por gases, efluentes e de MS, ocorridas nessas silagens (Tabelas 4 e 5) e também as menores variações de FDN e digestibilidade (Tabelas 7 e 8), fazendo com que essas silagens fossem alimentos com qualidade mais próximas a forragem fresca que lhe deu origem.

Buscando complementar as informações realizou-se a análise de componentes principais, onde permite a construção de um gráfico bidimensional (Figura 3). O primeiro componente principal apresentou alta correlação positiva com recuperação de matéria seca e variação dos valores de pH e negativa com perdas por gases, produção de efluente e variações dos teores de matéria seca, FDN, PB e digestibilidade (Tabela 9).

Tabela 9. Correlação entre as avaliações de perdas e variações da composição química de silagens de cana-de-açúcar tratadas com óxido de cálcio (CaO) e/ou *L. buchneri*, e os componentes principais 1 e 2. Porcentagem acumulada dos dados observados nos respectivos componentes

Avaliações ¹	Componente principal 1	Componente principal 2
PG	-0,95	0,17
PE	-0,67	0,71
RMS	0,99	-0,01
VMS	-0,93	-0,34
VpH	0,90	0,34
VFDN	-0,99	-0,11
VPB	-0,89	0,36
VDVIVMS	-0,93	-0,25

1 – PG: perda por gases (%MS), PE: produção de efluente (kg/t MN), RMS: recuperação da matéria seca, VMS: variação da matéria seca, VpH: variação do pH, VFDN: variação da fibra em detergente neutro, VPB: variação da proteína bruta e VDVIVMS: variação da digestibilidade *in vitro* da matéria seca

O grupo 1 foi discriminado por apresentar as maiores recuperações de matéria seca, que no presente caso, pode-se associar a maior produção de ácido láctico (SANTOS et al., 2008), devido a elevada variação do pH. A produção de ácido láctico não gera perdas quantitativas, por não ter síntese de CO₂ (McDONALD et al., 1991). Atribuí-se também a redução das perdas ao controle de leveduras, que durante a fermentação consome carboidratos solúveis e gera etanol e CO₂. Teoricamente o CaO controlaria o crescimento da população de leveduras devido a mudança na pressão

osmótica. Com a redução do consumo de carboidratos solúveis, diminui a concentração da PB e da FDN e consequentemente mantém os valores da digestibilidade próximos ao da forragem no momento da ensilagem.

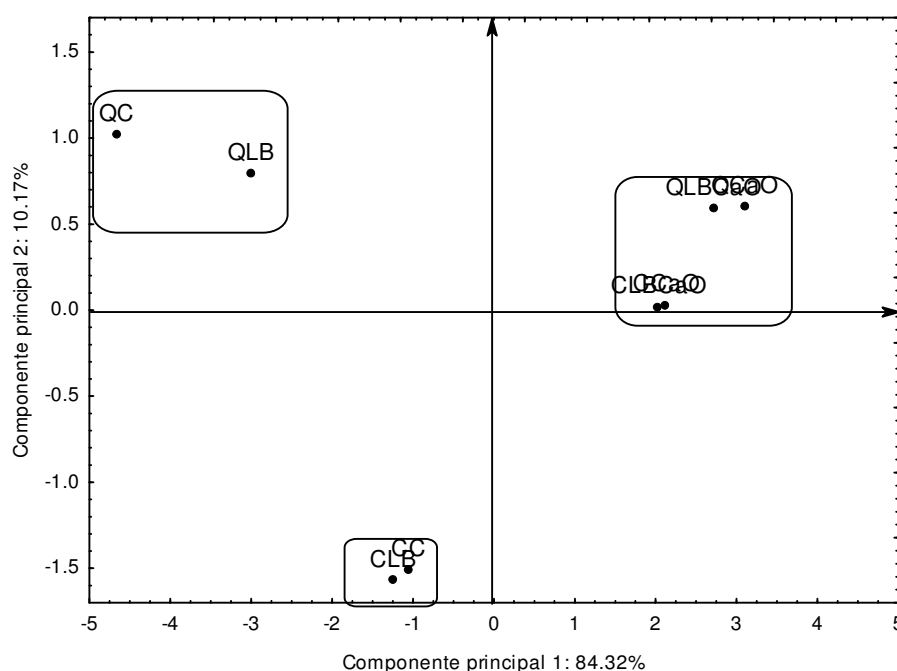


Figura 3. Distribuição dos tratamentos em função das perdas e das variações da composição química de silagens de cana-de-açúcar tratadas com óxido de cálcio (CaO) e/ou *L. buchneri*, nos componentes principais 1 e 2.

Pode-se afirmar que independentemente da queima ou da inoculação com o LB, o fato determinante da separação das silagens em grupos, baseado no componente principal 1, que por sua vez é o que retém mais informações, é a utilização do CaO na ensilagem da cana-de-açúcar.

Já em relação ao segundo componente principal a variável que apresentou correlação mais alta (0,71) foi a produção de efluente (PE). Pode-se desta forma fazer uma sub-separação dos demais tratamentos em dois grupos, onde a principal diferença entre eles está na produção de efluentes, sendo que as demais variáveis apresentaram baixa correlação neste componente principal. Em silagens de cana-de-açúcar as perdas por efluente não possuem grande expressão, devido às elevadas perdas por gases. A

separação das silagens sem CaO em dois grupos foi realizada apenas por uma questão visual da separação dos grupos.

4. Conclusões

O óxido de cálcio reduziu as perdas e as alterações na composição química na ensilagem de cana-de-açúcar *in natura* ou queimada. O *Lactobacillus buchneri* apenas atuou nas silagens de cana-de-açúcar queimada. Silagens de cana-de-açúcar queimada foram mais propensas às perdas que as de cana-de-açúcar *in natura*.

5. Referências

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists**. 15.ed. Arlington: 1990. 1117p.

BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A. et al. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1231-1239, 2007.

BERNARDES, T.F.; REIS, R.A.; SIQUEIRA, G.R. et al. 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.

CASTRILLÓN, M.V.; SHIMADA, A.S.; CALDERÓN, F.M. Manipulación de la fermentación en ensilajes de caña de azúcar y su valor alimenticio para borregos. **Técnica Pecuária do México**, v. 35, p.48-55, 1978.

CORRÊA, C.E.S.; PEREIRA, M.N.; OLIVEIRA, S.G. et al. Performance of Holstein cows fed sugarcane or corn silages of different grain textures. **Scientia Agricola**, v.60, p.221-229, 2003.

DESCHAMPS, F.C. Implicações do período de crescimento na composição química e digestão dos tecidos de cultivares de capim elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.1178-1189, 1999.

DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; Van WIKSELAAR, P.G. Fermentation characteristics and aerobic stability of grass silage inoculated with *Lactobacillus buchneri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria. **Grass and Forage Science**, v.56, p.330-343, 2001.

EVANGELISTA, A.R.; SIQUEIRA, G.R.; LIMA, J.A. et al. Perfil fermentativo de silagens de cana-de-açúcar com e sem inclusão de milho desintegrado com palha e sabugo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, 2008 (*no prelo*).

FILYA, I. The Effect of *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus plantarum* on the fermentation, aerobic stability, and ruminal degradability of low dry matter corn and sorghum silages. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.3575-3581, 2003.

JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, suplemento especial, p. 101-120, 2007.

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, n.10, p.4005-4013, 2006.

KUNG Jr., L.; GRIEVE, D.B.; THOMAS, J.W. et al. Added ammonia or microbial inoculant for fermentation and nitrogenous compounds of alfalfa ensiled at various percents of dry matter. **Journal of Dairy Science**, v.67, n.2 p.299-306, 1984.

MANLY, B.F.J. **Multivariate Statistical Methods**. London: Chapman & Hall, 1994. 215p.

McDONALD, P.; HENDERSON, A .R.; HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcomb Publications, 1991. 340 p.

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.

NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P. Tecnologia de produção e valor alimentício de silagens de cana-de-açúcar. In: JOBIM, C.C.; CECATO, U.; CANTO, M.W. (Eds) **II Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas**. Maringá: UEM/CCA/DZO, 2004. p.01-33.

NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P.; PEDROSO, A.F. Silagem de cana-de-açúcar. In: PEIXOTO, A.M; MOURA, J.C.; Da SILVA, S.C. et al. (Ed) **Simpósio de pastagens**. Piracicaba: FEALQ/USP/ESALQ, 2003. p.100-150.

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.; PAZIANI, S.F. et al. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agricola**, v.62, n.5, p.427-432, 2005.

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.

PIRES, A.J.V.; REIS, R.A.; CARVALHO, G.G.P. et al. Bagaço de cana-de-açúcar tratado com hidróxido de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.953-957, 2006 (suplemento).

ROBERTSON, J.B.; VAN SOEST, P.J. The detergent system of analysis and its application to human foods. In: JAMES, W. P. T.; THEANDER, O. (Ed.) **The analysis of dietary fiber in food**. New York: Marcel Dekker, 1981, p.123-158.

SANTOS, M.C.; NUSSIO, L.G.; MOURÃO, G.B. et al. Influência da utilização de aditivos químicos no perfil da fermentação, no valor nutritivo e nas perdas de silagens de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p.1555-1563, 2008a.

SAS Institute. **SAS User's Guide. Statistics**, Version 8.01 Edition. SAS Inst., Inc., Cary, NC., 1999.

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, 2008. p.117-152.

SIQUEIRA, G.R.; BERNARDES, T.F.; REIS, R.A. Instabilidade aeróbia de silagens: efeitos e possibilidades de prevenção. In: REIS, R.A.; SIQUEIRA, G.R.; BERTIPAGLIA, L.M.A. et al. (Eds) **Volumosos na produção de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2005. p.25-60.

SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P. et al. Associação entre aditivos químicos e bacterianos na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.789-798, 2007b.

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, 2007a (suplemento).

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, 2009a (*no prelo*).

SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P. et al. Influência da queima e de aditivos químicos e bacterianos na composição química de silagens de cana-de-açúcar. **Archivos de Zootecnia**, v.57, n. 221, p.43-54, 2009b.

SNEATH, P.H.A.; SOKAL, R.R. **Numerical taxonomy**. San Francisco: W.H.Freeman, 1973. 573 p

SOUSA, D.P.; MATTOS, W.R.S.; NUSSIO, L.G. 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.

TAYLOR, C.C.; KUNG Jr., L. The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation and aerobic stability of high moisture corn in laboratory silos. **Journal of Dairy Science**, v.85, n.6, p. 1526–1532, 2002.

VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-corte**. 1.ed. Viçosa:UFV, 2006.142p.

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

WALKER, G. M. **Yeast physiology and biotechnology**. London: Wiley Editorial Offices, 1998, 350p.

CAPÍTULO 4 – SILAGENS DE CANA-DE-AÇÚCAR COMPARADAS COM VOLUMOSOS CONSERVADOS NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS DE CORTE CONFINADOS

RESUMO - Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a inclusão do *Lactobacillus buchneri* 407888 (LB) na ensilagem de cana-de-açúcar *in natura* e queimada e comparar essas formas de utilização da cana-de-açúcar com a silagem de milho (SM) e com a cana-de-açúcar fresca (CF). Avaliaram-se rações contendo SM, CF, silagem de cana-de-açúcar *in natura* com e sem a adição de LB e silagem de cana-de-açúcar queimada com e sem a adição LB. Na avaliação do desempenho foram utilizadas 54 novilhas da raça Brangus com 12 meses de idade e peso inicial $217 \pm 20,59$ kg e na avaliação dos parâmetros ruminais usou-se seis novilhas com o mesmo padrão. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, o fator bloco foi o peso inicial dos animais. Os dados foram avaliados por contrastes ortogonais. O consumo de MS (kg/dia) da ração contendo SM foi superior aos das silagens de cana-de-açúcar em 0,822 kg/animal/dia ($P < 0,05$). A inclusão do LB nas silagens de cana-de-açúcar *in natura* não alterou o consumo de MS, todavia os animais alimentados com rações contendo silagem de cana-de-açúcar queimada tratada com LB apresentaram consumo superior aos alimentados com silagem de cana-de-açúcar queimada sem aditivo ($P < 0,05$). Não observou-se diferença no ganho médio de peso, tendo como média geral o valor de 0,895 kg/dia. As rações contendo SM ou CF propiciaram maiores concentrações molares de ácidos graxos de cadeia curta que as silagens de cana-de-açúcar ($P < 0,01$). A inclusão do LB na ensilagem de cana-de-açúcar queimada aumentou o consumo de matéria seca (13%) e a espessura de gordura (2,8 mm). Já na ensilagem de cana-de-açúcar *in natura* o LB não apresentou efeito. Não há diferença entre silagens de cana-de-açúcar *in natura* e queimada na alimentação de novilhas de corte confinadas. O uso de SC em relação a SM e CF não alterou o desempenho de novilhas de corte confinadas.

Palavras-chave: cana-de-açúcar, confinamento, inoculantes bacterianos, silagem

1. Introdução

A cana-de-açúcar e a silagem de milho são os principais volumosos utilizados em confinamentos de bovinos de corte, em condições tropicais. A utilização tradicional da cana-de-açúcar é na forma *in natura*, com cortes diários para fornecimento aos animais. CORRÊA et al. (2003) verificaram que a cana-de-açúcar pode ser utilizada para vacas leiteiras com produção de até 34 kg/leite/dia, mostrando o potencial nutricional dessa forragem. PEDROSO et al. (2006) apontaram como restrições do uso da cana-de-açúcar *in natura* os riscos de fogo, de geada, a dificuldade logística da colheita na propriedade e no manejo adequado do talhão.

A ensilagem da cana-de-açúcar surge como opção, entretanto, as maiores limitações são a produção de etanol e elevadas perdas de matéria seca (PEDROSO et al., 2005). Durante o armazenamento das silagens, leveduras podem fermentar carboidratos solúveis (WALKER, 1998) e produzir etanol e CO₂ gerando perdas de até 498 g/kg da matéria seca fermentada (McDONALD et al., 1991). Uma das opções utilizadas no controle da população de leveduras na ensilagem é a bactéria *Lactobacillus buchneri*. RANJIT & KUNG Jr. (2000) constataram redução da população de leveduras de 6,05 para 2,01 ufc/g de silagem, quando as silagens de milho foram inoculadas com *L. buchneri*. PEDROSO et al. (2002) avaliando aditivos químicos e biológicos na ensilagem da cana-de-açúcar constataram que o *L. buchneri* reduziu o teor de etanol de 40,5 para 19,0 g/kg da MS e consequentemente elevou a recuperação de matéria seca de 81 para 91%, sendo o aditivo mais eficiente.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de contrastar a utilização de volumosos convencionais (silagem de milho ou cana-de-açúcar *in natura*) com silagens de cana-de-açúcar *in natura* ou queimada e tratadas ou não com o *L. buchneri* na alimentação de novilhas de corte confinadas.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a inclusão do *Lactobacillus buchneri* 407888 na ensilagem de cana-de-açúcar *in natura* e queimada e comparar essas formas de utilização da cana-de-açúcar com a silagem de milho e com a cana-de-açúcar fresca.

2. Material e Métodos

2.1 Tratamentos avaliados e montagem do experimento

Os tratamentos consistiram de rações formuladas para serem isoprotéicas (13,5% de PB) e isoenergéticas (70,0% de NDT), considerando valores padrões dos ingredientes utilizados. A fonte de variação principal foram os volumosos utilizados (Tabela 1). Realizou-se alterações nas proporções dos concentrados apenas para ajustar os níveis nutricionais das dietas, para que atingissem o ganho médio diário de 1,0 kg/dia, segundo o NRC (1996). Avaliaram-se rações contendo silagem de cana-de-açúcar *in natura* (CI), silagem de cana-de-açúcar *in natura* com adição de *Lactobacillus buchneri* 40788 (CIB), silagem de cana-de-açúcar queimada (CQ) e silagem de cana-de-açúcar queimada com a adição *Lactobacillus buchneri* 40788 (CQB), para contrastar o valor nutricional das silagens utilizou-se a silagem de milho (SM) e a cana-de-açúcar fresca (CF). O inoculante foi utilizado na dose de 5×10^4 ufc/g de massa ensilada.

Para fins de avaliação do potencial nutricional das silagens de cana-de-açúcar (SC), os animais desses tratamentos receberam o mesmo concentrado utilizado para os animais que consumiram CF (Tabela 1).

A cana-de-açúcar utilizada foi a variedade IAC 86-2480, o milho foi o híbrido IAC 83-3333. A colheita da cana-de-açúcar foi realizada por ensiladora do modelo Menta Mit colhimenta 3000 e a do milho por ensiladora do modelo JF 92 Z10. Ambas as forragens foram armazenadas em silos tipo superfície com capacidade média de 70 t de forragem fresca e dimensionamento de painel de superfície que permitiu a retirada de camada de 15 cm por dia. A CF foi colhida diariamente pela mesma ensiladora sem despalhamento ou retirada de pontas. A queima para confecção das silagens foi realizada na tarde anterior ao dia da ensilagem, simulando desta forma um incêndio accidental.

No momento da colheita a cana-de-açúcar apresentava produção de 133 t de forragem fresca/ha, com 883,4 g/kg de colmo, 90,8 g/kg de palhiço e 25,8 g/kg de palha e a cultura do milho apresentava 35 t de forragem fresca/ha com 400,0 g de grãos /kg de forragem.

Tabela 1. Rações utilizadas durante o período experimental e a composição nutricional dos volumosos e das rações

Ingredientes	SM ¹	CF	CI	CIB	CQ	CQB
	g/kg da MS					
Cana-de-açúcar		374,4	374,4	374,4	374,4	374,4
Silagem de milho	435,7					
Milho, grão	138,8	158,9	158,9	158,9	158,9	158,9
Farelo de soja	69,4	108,0	108,0	108,0	108,0	108,0
Polpa cítrica	245,0	245,0	245,0	245,0	245,0	245,0
Uréia	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9
Caroço de algodão	93,2	93,2	93,2	93,2	93,2	93,2
Fosfato bicálcio	0,0	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
Calcário calcítico	0,0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Premix mineral	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Item ²	Rações g/kg na MS					
MS	458,0	511,0	424,0	463,0	396,0	421,0
PB	136,8	143,0	141,7	141,2	140,5	140,0
PDR ³	86,2	96,7	97,5	96,7	96,8	94,9
FDN	367,9	313,7	380,3	357,4	355,2	351,3
FDN forragem	253,8	191,5	258,0	235,2	233,0	229,1
NDT ³	687,0	697,0	656,0	670,0	670,0	673,0
EM ³	2,48	2,52	2,37	2,42	2,42	2,43
Ca	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
P	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
Volumosos g/kg na MS						
MS	282,0	300,0	227,0	258,0	206,0	225,0
PB	69,7	44,0	40,5	39,2	37,3	36,0
FDN	582,6	511,1	688,8	627,6	621,9	611,5
LIG	47,2	56,2	75,8	69,0	68,4	67,3
EE	20,2	8,8	5,9	3,9	3,6	4,7
MM	39,6	27,4	38,8	32,2	28,5	25,3

1-SM: silagem de milho, CF: cana-de-açúcar fresca, CI: silagem de cana-de-açúcar *in natura*, CIB: silagem de cana-de-açúcar *in natura* com adição de *Lactobacillus buchneri* 40788, CQ: silagem de cana-de-açúcar queimada e CQB: silagem de cana-de-açúcar queimada com a adição *Lactobacillus buchneri* 40788

2-MS: matéria seca, PB: proteína bruta, PDR: proteína degradada no rúmen, FDN: fibra em detergente neutro, FDN forragem: FDN da forragem, NDT: nutrientes digestíveis totais, EM: energia metabolizável (Mcal/kg), LIG: Lignina, EE: estrato etéreo e MM: matéria mineral

3-Parâmetros estimados pelo CNCPS v.6.1

2.2 Determinação das perdas nos silos

Durante o processo de ensilagem bags de náilon poroso contendo a mesma forragem que foi ensilada foram colocados no meio da massa, objetivando determinar as perdas ocorridas durante a fermentação. Utilizaram-se dezoito sacos contendo aproximadamente 3 kg de forragem fresca, em cada silo. Os sacos foram pesados e colocados no meio da massa, passando pelo mesmo processo de ensilagem que o restante da forragem. Os dezoito sacos foram distribuídos da seguinte forma: em relação ao perfil vertical do silo, nove sacos foram colocados na porção mediana e nove na porção superior, aproximadamente 15 cm da superfície. Em relação ao perfil horizontal seis sacos foram alocados no início, seis no meio e seis no final do silo. A medida que os sacos foram retirados, os mesmos foram novamente pesados, seu conteúdo foi homogeneizado e amostrado. A amostra foi levada para a estufa de ventilação forçada a 60°C por 72 horas, para determinação da matéria seca e posteriormente para a determinação da recuperação da matéria seca.

2.3 Animais e instalações experimentais

No ensaio de desempenho foram utilizadas 54 novilhas da raça Brangus com 12 meses de idade e peso inicial $217 \pm 20,59$ kg. Todas as pesagens foram realizadas após jejum de sólidos e líquidos de 18 horas. Os animais foram alojados em baias individuais, com piso de concreto, cocho e bebedouro. O período experimental consistiu de 21 dias de adaptação e quatro de colheita de dados, sendo três de 28 dias e o período final de 21 dias, totalizando 126 dias de confinamento. Na avaliação dos parâmetros ruminais seis novilhas semelhantes às utilizadas no ensaio de desempenho foram fistuladas no rúmen. Neste ensaio, cada período experimental, num total de seis, consistiu de 14 dias de adaptação e 7 dias de coleta, totalizando 126 dias de avaliações ruminais.

2.4 Amostragens e análises

O volumoso e o concentrado fornecidos diariamente em cada baia foram pesados em balança eletrônica e misturados manualmente nos cochos. As rações foram

fornecidas uma vez ao dia, em quantidade suficiente para permitir sobra entre 5 e 10%. As sobras da ração em cada baia foram quantificadas diariamente e amostradas semanalmente, possibilitando o cálculo posterior do consumo e o ajuste da quantidade a ser fornecida em cada dia. As amostras da ração ofertada, ao longo de cada período foram homogeneizadas, formando uma amostra composta e levada para estufa de ventilação forçada a 60°C por 72 horas, para determinação da matéria seca. As amostras das sobras passaram pelo mesmo procedimento. Após a secagem em estufa as amostras, foram novamente pesadas, moídas em moinho de faca com peneira com crivo de 1 mm.

Nas amostras dos alimentos ofertados foram determinados os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) segundo AOAC (1990). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) foram avaliados pelo método descrito por ROBERTSON & VAN SOEST (1981) com as amostras submetidas à digestão em solução detergente por 40 min em autoclave a 111°C e 0,5 atm (DESCHAMPS, 1999).

Para a determinação dos parâmetros ruminais valores de pH, concentrações de N-NH₃ e de ácidos graxos de cadeia curta, 500 mL de líquido ruminal de cada animal foram recolhidos nos seguintes tempos: no momento da alimentação (0), 3, 6, 9, 12 e 24 horas após o fornecimento da ração. Uma alíquota de 100 mL foi reservada para medição do pH em peagâmetro digital. O restante foi congelado em dois recipientes sem acidificação a -20 °C.

As determinações das concentrações de N-NH₃ no líquido ruminal foram realizadas no mesmo dia da colheita pela destilação do líquido ruminal. A determinação dos ácidos graxos de cadeia curta (ácidos acético, propiônico e butírico) foi realizada no fluido ruminal descongelado e centrifugado. Parte (800 µL) do sobrenadante foi armazenado em frasco para leitura juntamente com 200 µL de ácido metafosfórico e 100 µL de padrão interno. As leituras foram realizadas em cromatógrafo líquido-gasoso, CLG, considerando como total de ácidos graxos de cadeia curta a soma das concentrações dos ácidos acético, propiônico e butírico.

2.5 Comportamento ingestivo

O comportamento ingestivo dos animais foi avaliado durante o segundo período experimental. Os animais foram observados durante 24 horas, com observações feitas a cada cinco minutos. Foram determinados os tempos gastos com ingestão, ruminação e ócio, sendo este a somatória do tempo em que os animais permaneceram em descanso ou ingerindo água. O tempo total despendido em cada atividade foi calculado, multiplicando-se o número total de observações por cinco. A atividade de mastigação foi calculada pelo somatório das atividades de ingestão e ruminação, conforme ARMENTANO & PEREIRA (1997). As amostras das rações foram colhidas no dia da avaliação e passaram pelo mesmo procedimento e análises citado anteriormente.

2.6 Características das carcaças

O abate foi realizado em frigorífico comercial seguindo-se o procedimento padrão do local, sendo coletado e pesado o fígado, a gordura renal, pélvica e inguinal. Em seguida, as carcaças foram serradas ao meio, sendo cada $\frac{1}{2}$ carcaça pesada individualmente, obtendo-se o peso das carcaças quentes e posteriormente armazenadas em câmara fria, a 0-3°C, por 24 horas. Durante esse período foram monitorados o pH das carcaças.

A área de olho de lombo, em cm², e a espessura de gordura subcutânea, em mm, foram medidas entre a 12^a e 13^a costela, na carcaça esquerda.

Para análise qualitativa da carne, retiraram-se amostras (bifes 2,5 cm de espessura) do músculo *Longissimus dorsi*, na altura da 12^a costela. Estas amostras foram embaladas à vácuo e congeladas. Posteriormente, as amostras foram transferidas para câmara fria, com temperatura aproximada de 2°C, por 12 horas, até o momento das análises de maciez e perdas por cozimento. A perda de água no cozimento foi determinada pelo peso da seção antes e depois do cozimento, expressa em percentagem. Para determinação da força de cisalhamento, utilizou-se o aparelho do tipo Warner - Bratzler Shear fabricado por G-R Electrical Manufacturing Company (1317 Collings Lane, Manhattan, Kansas - 66502, USA) com capacidade para 25 kg. Foram retirados 6 cilindros de cada bife com a utilização de um vazador manual e a

força de cisalhamento média (em kg) foi medida, no sentido transversal as fibras da carne WHEELER et al. (2001).

2.7 Delineamentos experimentais

Na avaliação do desempenho, comportamento ingestivo e características das carcaças, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, sendo os nove blocos definidos de acordo com os pesos iniciais dos animais. A análise estatística foi realizada por meio do procedimento GLM do programa SAS®. As médias foram analisadas pelo teste contrastes ortogonais.

Os parâmetros ruminais foram avaliados num delineamento em quadrado latino 6 x 6 (seis animais e seis períodos) com seis tratamentos. A análise estatística foi realizada por meio do PROC GLM do programa SAS (SAS, 1999). As médias foram analisadas pelo teste contrastes ortogonais. Contrastou-se a silagem de milho com as SC (SM x CI, CIB, CQ e CQB), cana-de-açúcar fresca com as SC (CF x CI, CIB, CQ e CQB), o efeito da queima (silagens de cana-de-açúcar *in natura* x queimada), efeito do *L. buchneri* nas silagens de cana-de-açúcar *in natura* (CI x CIB) e o efeito do *L. buchneri* nas silagens de cana-de-açúcar queimada (CQ x CQB).

3. Resultados

3.1 Perdas das silagens

A queima propiciou redução da recuperação de matéria seca (RMS) em aproximadamente 60 g/kg ($P < 0,01$). A inoculação com o *L. buchneri* tanto nas silagens de cana-de-açúcar *in natura* ou queimada não afetou a RMS. A silagem de milho (SM) apresentou 80 g/kg a mais de RMS que as SC ($P < 0,01$) (Tabela 2).

As silagens de cana-de-açúcar *in natura* tiveram teores de MS superiores em 12,6% quando comparadas às silagens de cana-de-açúcar queimada. Nas silagens de cana-de-açúcar *in natura* a presença do *L. buchneri* apresentou tendência ($P < 0,10$) de elevação dos teores de MS, já nas silagens de cana-de-açúcar queimada, não se

observou efeito da presença do aditivo ($P=0,26$). A SM apresentou teores de MS maiores que as SC ($P<0,01$), em média 52,7 g/kg.

Tabela 2. Características fermentativas médias das silagens de milho e de cana-de-açúcar

Parâmetros	Tratamentos ¹					Média	EP	Contrastes ² ($P<F$)			
	SM	CI	CIB	CQ	CQB			1	2	3	4
RMS (g/kg)	813	730	764	710	664	741	18,8	**	**	0,27	0,15
MS (g/kg)	282	227	258	206	225	240	11,2	**	*	0,07	0,26
pH	3,80	3,85	3,60	3,87	3,67	3,76	0,08	0,58	0,62	0,05	0,11
Etol (g/kg)	3,50	6,37	5,66	6,43	8,53	9,79	1,14	*	0,23	0,67	0,22
AC (g/kg)	12,0	27,0	26,3	42,3	46,0	30,7	3,51	**	**	0,90	0,48

1- SM: silagem de milho, SCC: silagem de cana-de-açúcar in natura, SCB: silagem de cana-de-açúcar in natura inoculada com *L. buchneri*, SQC: silagem de cana-de-açúcar queimada, SQB: silagem de cana-de-açúcar queimada inoculada com *L. buchneri*

2 - Contrastes: 1: SM vs CI+CIB+CQ+CQB; 2:CI+CIB vs CQ+CQB; 3: CI vs CIB; 4: CQ vs CQB

3 – RMS: recuperação de matéria seca, MS: teores de matéria seca, Etol: etanol e AC: ácido acético

O valor de pH médio foi de 3,76, o *L. buchneri* nas silagens de cana-de-açúcar in natura propiciou tendência de redução do pH ($P<0,10$), os demais contrastes estudados não foram significativos.

3.2 Desempenho animal

Não houve diferença entre a forma de fornecimento da cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada ($P=0,37$) (Tabela 3). O fator queima também não influenciou o consumo de MS. A inclusão do *L. buchneri* nas silagens de cana-de-açúcar *in natura* não alterou o consumo de MS, todavia os animais alimentados com rações contendo CQB apresentaram consumo superior aos alimentados com CQ ($P<0,05$). O consumo de MS (kg/dia) da ração contendo SM foi superior aos das SC em 0,822 kg/animal/dia ($P<0,05$).

O consumo de MS em percentagem do peso corporal apresentou o mesmo comportamento observado no consumo de MS em kg/dia. O contraste entre SM vs SC foi significativo ($P<0,01$). As rações com SC tiveram consumo de 3,2 g/kg do PC a menos que a SM. A CF não diferiu das SC ($P=0,12$). A inoculação com o *L. buchneri*

nas silagens de cana-de-açúcar queimada elevou o consumo das rações em 2,5 g/kg do PC, em comparação as SC não inoculadas. Nas silagens de cana-de-açúcar *in natura* o *L. buchneri* não apresentou efeito ($P=0,51$). O efeito da queima não alterou o consumo das rações ($P=0,57$).

Tabela 3. Desempenho de novilhas confinadas alimentadas com diferentes fontes de volumosos

Parâmetros	Tratamentos ¹						Média	EP	Contrastes ² ($P<F$)				
	SM	CF	CI	CIB	CQ	CQB			1	2	3	4	5
PCi (kg) ³	236	233	236	235	234	235	235	6,83	0,90	0,77	0,92	0,88	0,95
CMS (kg)	7,36	6,82	6,32	6,56	6,23	7,04	6,68	0,26	*	0,37	0,46	0,52	*
CPC (g/kg)	26,2	24,5	22,4	23,2	22,0	24,5	23,6	0,80	**	0,12	0,57	0,51	*
GMD (kg)	0,865	0,874	0,866	0,907	0,895	0,974	0,895	0,05	0,46	0,52	0,34	0,54	0,29
CA	9,00	8,30	8,05	7,90	7,80	7,48	8,07	0,40	*	0,30	0,42	0,79	0,61
PCf (kg)	327	324	327	330	328	337	328,7	9,09	0,75	0,56	0,65	0,82	0,52

1- SM: silagem de milho, CF: cana-de-açúcar *in natura*, SCC: silagem de cana-de-açúcar *in natura*, SCB: silagem de cana-de-açúcar *in natura* inoculada com *L. buchneri*, SQC: silagem de cana-de-açúcar queimada, SQB: silagem de cana-de-açúcar queimada inoculada com *L. buchneri*

2 - Contrastes: 1: SM vs CI+CIB+CQ+CQB; 2: CF vs CI+CIB+CQ+CQB; 3: CI+CIB vs CQ+CQB; 4: CI vs CIB; 5: CQ vs CQB

3 - PCi: Peso corporal inicial, CMS: consumo de matéria seca, CPC: consumo de matéria seca em percentagem do peso corporal, GMD: ganho médio diário, CA: conversão alimentar em kg de MS por kg de GMD e PCf: peso corporal final (PCf - kg)

O ganho médio diário (GMD) não apresentou diferença estatística, tendo como média geral o valor de 0,895 kg/dia. A diferença média observada, entre a SM e SC foi de 0,045 kg/dia ($P=0,46$), entre a CF e as SC 0,037 kg/dia ($P=0,52$), em relação ao uso da queima de 0,048 kg/dia ($P=0,34$), do inoculante nas silagens de cana-de-açúcar *in natura* 0,041 kg/dia ($P=0,54$) e nas silagens de cana-de-açúcar queimada 0,079 kg/dia ($P=0,29$).

A conversão alimentar foi pior nas rações contendo SM que nas SC, em 1,19 kg de MS/kg de GMD ($P<0,05$). A comparação da CF com as SC ($P=0,30$), o efeito da queima ($P=0,42$) e o efeito do *L. buchneri* nas silagens de cana-de-açúcar *in natura* ($P=0,79$) e nas silagens de cana-de-açúcar queimada ($P=0,61$) não apresentaram diferenças significativas.

Como o peso corporal inicial não foi significativamente diferente, nem o ganho médio diário, consequentemente o peso corporal final também não apresentou diferença significativa em nenhum dos contrastes avaliados, tendo como média geral o valor de 328,7 kg (Tabela 3).

3.3 Parâmetros ruminais

Os valores de pH ruminais foram mais baixos nos animais que receberam rações contendo SM ($P<0,01$) ou CF ($P<0,01$), do que nos que receberam as SC (Tabela 4). A queima e o uso do *L. buchneri* nas silagens de cana-de-açúcar *in natura* ou queimada não afetou os valores de pH ruminal.

Tabela 4. Parâmetros ruminais de novilhas confinadas alimentadas com diferentes fontes de volumosos

Parâmetros	Tratamentos ¹						Média	EP	Contrastes ² (P<F)				
	SM	CF	CI	CIB	CQ	CQB			1	2	3	4	5
pH	6,2	6,4	6,7	6,6	6,6	6,7	6,5	0,07	**	**	0,79	0,69	0,12
N-NH ₃ ³	19,4	22,8	17,5	16,4	15,0	16,4	17,9	0,90	**	**	0,15	0,40	0,26
AC ³	73,8	70,0	70,2	72,7	69,0	71,6	71,2	1,35	0,06	0,56	0,41	0,20	0,16
AP ³	21,4	20,8	16,15	14,90	15,5	15,1	17,3	0,64	**	**	0,72	0,17	0,68
AB ³	15,7	19,8	15,4	16,3	15,5	15,3	16,3	0,69	0,90	**	0,55	0,37	0,80
Ac Tot ³	110,8	110,6	101,7	103,8	100,0	102,0	104,8	1,91	**	**	0,36	0,43	0,45
AC/AP ³	3,75	3,75	4,45	4,97	4,60	4,89	4,40	0,12	**	**	0,80	**	0,10

1- SM: silagem de milho, CF: cana-de-açúcar *in natura*, SCC: silagem de cana-de-açúcar *in natura*, SCB: silagem de cana-de-açúcar *in natura* inoculada com *L. buchneri*, SQC: silagem de cana-de-açúcar queimada, SQB: silagem de cana-de-açúcar queimada inoculada com *L. buchneri*

2 - Contrastes: 1: SM vs CI+CIB+CQ+CQB; 2: CF vs CI+CIB+CQ+CQB; 3: CI+CIB vs CQ+CQB; 4: CI vs CIB; 5: CQ vs CQB

3 - N-NH₃: teores de nitrogênio amoniacal (mg/dL), AC: ácido acético, AP: propiônico, AB: butírico, AcTot: total de ácidos de cadeia curta em Mmol e AC/AP: relação ácido acético/ ácido propiônico

As rações contendo SM ($P<0,01$) e CF ($P<0,01$) propiciaram concentrações de N-NH₃ superior as com SC. Não se observou efeito da queima da cana-de-açúcar ($P=0,15$) e nem da adição do *L. buchneri* nas silagens de cana-de-açúcar *in natura* ($P=0,40$) ou queimada ($P=0,26$).

A concentração molar de ácido acético no rúmen dos animais alimentados com SM teve tendência de superioridade às SC ($P=0,06$). A forma de fornecimento da cana-de-açúcar fresca x silagem, o fator queima e a presença no *L. buchneri* não influenciaram na concentração do ácido acético.

Os volumosos convencionais SM e CF propiciaram maiores concentrações molares de ácido propiônico que as SC ($P<0,01$). Não houve diferença entre as rações contendo silagens de cana-de-açúcar in natura ou queimada ($P=0,72$) e da adição do *L. buchneri* nas silagens de cana-de-açúcar in natura ($P=0,17$) ou queimada ($P=0,68$).

Rações contendo CF propiciaram maiores concentrações de ácido butírico que as SC ($P<0,01$). Não houve diferença entre as rações contendo SM e SC ($P=0,90$). A queima ($P=0,55$) e a inoculação com *L. buchneri* nas silagens de cana-de-açúcar in natura ($P=0,37$) e nas silagens de cana-de-açúcar queimada ($P=0,80$) não apresentaram efeitos significativos.

As rações contendo os volumosos convencionais (SM ou CF) propiciaram maiores concentrações molares de ácidos graxos de cadeia curta que as SC ($P<0,01$), em média a diferença observada foi de 8,82 mM.

A relação ácido acético/propriônico foi maior nos animais que receberam as rações contendo os volumosos convencionais SM e CF em aproximadamente uma unidade, quando comparada às dos animais que receberam rações com SC ($P<0,01$). A inclusão no *L. buchneri* nas silagens de cana-de-açúcar in natura proporcionou redução da relação ácido acético/propriônico nos animais que consumiram essas silagens, em comparação as silagens sem inoculante ($P<0,05$), já nas silagens de cana-de-açúcar queimada esse efeito não foi observado ($P=10$). A queima não alterou esse parâmetro ($P=0,80$).

3.4 Comportamento ingestivo

A queima e a inoculação com o *L. buchneri* nas silagens de cana-de-açúcar in natura ou queimada não alteraram o comportamento ingestivo dos animais (Tabela 5). Os animais que consumiram rações contendo SM reduziram os tempos de ingestão ($P<0,05$), ruminação ($P<0,01$) e mastigação ($P<0,01$) e conseqüentemente aumentaram

o tempo de ruminação ($P<0,05$) em relação aos animais consumindo SC. A CF proporcionou efeito sobre a ruminação ($P<0,01$), mastigação ($P<0,01$) em min/dia e em kg MS/dia e ócio ($P<0,01$), todavia não alterou os tempos ruminação e mastigação quando foram relacionados a quantidade de FDN consumida, quando comparada às SC.

Tabela 5. Comportamento ingestivo de novilhas confinadas alimentadas com diferentes volumosos

Parâmetros	Tratamentos ¹						Média	EP	Contrastes ² (P<F)				
	SM	CF	CI	CIB	CQ	CQB			1	2	3	4	5
	Ingestão												
min/dia	237	255	275	275	264	278	264	15,8	*	0,36	0,81	0,98	0,55
min/kg MS	36,3	38,6	43,2	42,5	42,6	40,1	40,6	2,58	*	0,24	0,55	0,85	0,50
min/kg FDN	94,2	117,3	109,1	114,1	114,9	109,4	109,7	7,21	*	0,53	0,94	0,63	0,60
	Ruminação												
min/dia	381	400	461	495	456	498	449	18,0	**	**	0,97	0,19	0,11
min/kg MS	58,5	59,4	73,4	76,4	73,5	72,2	69,1	3,57	**	**	0,56	0,55	0,80
min/kg FDN	152,2	180,4	185,3	205,1	198,1	196,6	186,4	9,51	**	0,16	0,83	0,15	0,91
	Mastigação												
min/dia	618	655	735	770	721	775	713	24,5	**	**	0,85	0,32	0,12
min/kg MS	94,8	97,9	116,6	119,0	116,1	112,3	109,7	4,73	**	**	0,45	0,72	0,57
min/kg FDN	246,7	297,5	294,6	319,2	312,9	305,9	296,1	13,0	**	0,49	0,85	0,19	0,71
	Ócio												
min/dia	822	785	705	670	719	665	727	24,5	**	**	0,85	0,32	0,12

1- SM: silagem de milho, CF: cana-de-açúcar *in natura*, SCC: silagem de cana-de-açúcar *in natura*, SCB: silagem de cana-de-açúcar *in natura* inoculada com *L. buchneri*, SQC: silagem de cana-de-açúcar queimada, SQB: silagem de cana-de-açúcar queimada inoculada com *L. buchneri*

2 - Contrastes: 1: SM vs CI+CIB+CQ+CQB; 2: CF vs CI+CIB+CQ+CQB; 3: CI+CIB vs CQ+CQB; 4: CI vs CIB; 5: CQ vs CQB

3.5 Características das carcaças

O peso da carcaça quente, o rendimento de carcaça, a área de olho de lombo e a área de olho de lombo em relação ao peso da carcaça fria não foram alterados pelos tipos de volumosos conservados ($P>0,10$). Os valores médios observados foram de 170

kg; 518 g/kg; 59,9 cm² e 34,2 cm² /100 kg de carcaça, respectivamente (Tabela 6). O único fator que alterou a espessura de gordura foi a inclusão do *L. buchneri* na ensilagem da cana-de-açúcar queimada ($P<0,05$), aumentou em 2,8 mm. A média geral foi de 6,4 mm.

Tabela 6. Características das carcaças de novilhas confinadas alimentadas com diferentes fontes de volumosos

Parâmetros	Tratamentos ¹						Média	EP	Contrastes ² ($P<F$)				
	SM	CF	CI	CIB	CQ	CQB			1	2	3	4	5
PCAR (kg) ³	172	164	170	169	172	174	170	4,35	0,70	0,14	0,43	0,86	0,75
RC (g/kg)	527	508	520	513	524	517	518	5,80	0,20	0,10	0,48	0,37	0,42
EGC (mm)	7,4	6,6	5,2	5,4	5,4	8,2	6,4	0,87	0,21	0,60	0,12	0,88	*
AOL (cm ²)	62,2	60,0	59,0	58,4	59,6	60,0	59,9	2,79	0,33	0,80	0,68	0,88	0,92
AOL/PCF (cm ² /100kg)	35,0	35,1	34,4	33,0	33,8	34,0	34,2	1,45	0,47	0,43	0,89	0,52	0,93

1- SM: silagem de milho, CF: cana-de-açúcar *in natura*, SCC: silagem de cana-de-açúcar *in natura*, SCB: silagem de cana-de-açúcar *in natura* inoculada com *L. buchneri*, SQC: silagem de cana-de-açúcar queimada, SQB: silagem de cana-de-açúcar queimada inoculada com *L. buchneri*

2 - Contrastes: 1: SM vs CI+CIB+CQ+CQB; 2: CF vs CI+CIB+CQ+CQB; 3: CI+CIB vs CQ+CQB; 4: CI vs CIB; 5: CQ vs CQB

3 – PCAR: Peso da carcaça quente, RC: rendimento da carcaça, EGC: espessura de gordura, AOL: área de olho de lombo e AOL/PCF: AOL em relação ao peso da carcaça fria

A gordura renal pélvica e inguinal em kg e sua relação com o peso da carcaça foram alteradas pela presença do *L. buchneri* nas silagens de cana-de-açúcar queimada ($P<0,01$). Os animais alimentados SQB apresentaram aumento de 1,36 kg e 7,5 pontos percentuais, respectivamente (Tabela 7). Os demais fatores contrastados não alteraram a gordura renal pélvica e inguinal.

Não houve diferença significativa em relação ao peso do fígado dos animais avaliados, sendo o peso médio constatado de 4,39 kg. Já a relação do peso do fígado com o peso da carcaça fria foi superior nos animais que receberam ração com CF em comparação a dos animais alimentados com SC, em aproximadamente 2,4 g/kg de carcaça. A queima ($P=0,93$) e a inclusão do *L. buchneri* nas silagens de cana-de-açúcar *in natura* ($P=0,21$) ou queimada (0,56) não proveram alterações significativa nessa relação.

Tabela 7. Componentes não-carcaça de novilhas confinadas alimentadas com diferentes fontes de volumosos

Parâmetros	Tratamentos ¹						Média	EP	Contrastes ² (P<F)				
	SM	CF	CI	CIB	CQ	CQB			1	2	3	4	5
GRPI (kg) ³	3,71	4,05	3,76	3,70	3,53	4,89	3,94	0,31	0,46	0,81	0,13	0,89	**
GRPI/CAR (g/kg)	22,2	24,4	22,2	21,8	20,6	28,1	23,2	1,74	0,60	0,56	0,18	0,89	**
FIG (kg)	4,52	4,52	4,17	4,42	4,26	4,47	4,39	0,16	0,31	0,31	0,66	0,27	0,35
FIG/CAR (g/kg)	26,2	27,7	24,5	26,2	24,9	25,7	25,9	0,96	0,30	*	0,93	0,21	0,56

1- SM: silagem de milho, CF: cana-de-açúcar *in natura*, SCC: silagem de cana-de-açúcar *in natura*, SCB: silagem de cana-de-açúcar *in natura* inoculada com *L. buchneri*, SQC: silagem de cana-de-açúcar queimada, SQB: silagem de cana-de-açúcar queimada inoculada com *L. buchneri*

2 - Contrastes: 1: SM vs CI+CIB+CQ+CQB; 2: CF vs CI+CIB+CQ+CQB; 3: CI+CIB vs CQ+CQB; 4: CI vs CIB; 5: CQ vs CQB

3- GRPI: Peso da gordura renal pélvica e inguinal e sua relação com a carcaça (GRPI/CAR), FIG: peso do fígado (FIG) e sua relação com a carcaça (FIG/CAR)

Os valores de pH inicial e final dos músculos *Longissimus dorsi* e do *Semimembranosus* não foram afetados pelo tipo do volumoso. Os valores médios observados no *Longissimus dorsi* de pH inicial e final foram 6,13 e 5,40 (Tabela 8). No *Semimembranosus* os valores observados foram de 6,10 e 5,40, com uma e vinte e quatro horas após o abate dos animais.

Tabela 8. Valores de pH de cortes cárneos de novilhas confinadas alimentadas com diferentes fontes de volumosos

Volúmenes													
Parâmetros	Tratamentos ¹						Média	EP	Contrastes ² (P<F)				
	SM	CF	CI	CIB	CQ	CQB			1	2	3	4	5
<i>Longissimus dorsi</i>													
pH i	6,20	6,13	6,17	6,10	6,08	6,11	6,13	0,09	0,81	0,93	0,73	0,63	0,81
pH f	5,41	5,44	5,37	5,40	5,36	5,42	5,40	0,03	0,57	0,08	0,99	0,43	0,14
<i>Semimembranosus</i>													
pH i	6,08	6,12	6,11	6,06	6,12	6,10	6,10	0,06	0,80	0,77	0,66	0,59	0,78
pH f	5,40	5,41	5,36	5,40	5,40	5,41	5,40	0,02	0,76	0,64	0,22	0,22	0,52

1- SM: silagem de milho, CF: cana-de-açúcar *in natura*, SCC: silagem de cana-de-açúcar *in natura*, SCB: silagem de cana-de-açúcar *in natura* inoculada com *L. buchneri*, SQC: silagem de cana-de-açúcar queimada, SQB: silagem de cana-de-açúcar queimada inoculada com *L. buchneri*

2 - Contrastes: 1: SM vs CI+CIB+CQ+CQB; 2: CF vs CI+CIB+CQ+CQB; 3: CI+CIB vs CQ+CQB; 4: CI vs CIB; 5: CQ vs CQB

As perdas por evaporação, gotejamento e totais não apresentaram efeitos significativos nos contrastes avaliados ($P>0,10$), os valores médios observados foram de 173, 82 e 254 g/kg respectivamente (Tabela 9).

Tabela 9. Qualidade da carne de novilhas confinadas alimentadas com diferentes fontes de volumosos

Parâmetros	Tratamentos ¹						Média	EP	Contrastes ² (P<F)				
	SM	CF	CI	CIB	CQ	CQB			1	2	3	4	5
PEV ³	165	188	183	178	161	162	173	15,9	0,73	0,45	0,23	0,85	0,98
PGOT	76	82	71	95	84	84	82	12,1	0,60	0,97	0,94	0,17	0,99
PTOT	241	270	253	273	245	255	254	15,3	0,44	0,45	0,24	0,36	0,99
Força de cisalhamento	4,2	5,3	4,5	4,5	4,3	4,4	4,5	0,33	0,62	*	0,70	0,96	0,82

1- SM: silagem de milho, CF: cana-de-açúcar *in natura*, SCC: silagem de cana-de-açúcar *in natura*, SCB: silagem de cana-de-açúcar *in natura* inoculada com *L. buchneri*, SQC: silagem de cana-de-açúcar queimada, SQB: silagem de cana-de-açúcar queimada inoculada com *L. buchneri*

2 - Contrastes: 1: SM vs CI+CIB+CQ+CQB; 2: CF vs CI+CIB+CQ+CQB; 3: CI+CIB vs CQ+CQB; 4: CI vs CIB; 5: CQ vs CQB

3 - PEV: Perdas por evaporação (g/kg), PGOT: por gotejamento (g/kg) e PTOT: totais (g/kg)

A utilização de CF na ração de novilhas confinadas proporcionou carne mais dura que a dos demais volumosos avaliados ($P<0,05$). A força de cisalhamento foi elevada em cerca 0,8 kg na carcaça dos animais que recebiam CF. Os demais fatores, a queima ($P=0,70$) e adição do *L. buchneri* não afetaram a força de cisalhamento.

4. Discussão

4.1 Perdas das silagens

As maiores recuperações de MS, nas silagens de cana-de-açúcar *in natura* em relação às silagens com cana-de-açúcar queimada (Tabela 2) concordam com os dados de SIQUEIRA et al. (2009), que observaram superioridade de 30 g/kg nas silagens de cana-de-açúcar *in natura*. Além da maior produção de ácido acético observada nas silagens de cana-de-açúcar queimada, a maior produção de efluente, constatada em

estudos com silos experimentais (SIQUEIRA et al., 2009) também pode ter contribuído para a redução da recuperação da MS. A maior recuperação de MS observada nas SM em relação às SC pode ser atribuída em parte as menores concentrações de etanol e ácido acético nas SM. Na fermentação de glicose a ácido acético ou a etanol ocorrem perdas de MS de 240 com produção de uma molécula de CO₂ e 490 g/kg, respectivamente (McDONALD et al., 1991).

O etanol é uma das principais variáveis a ser observada na ensilagem da cana-de-açúcar, pois existe extensa fermentação por leveduras, com conseqüente, consumo de carboidratos solúveis. Todavia, há dificuldade na sua quantificação em silos destinados a alimentação animal, em razão da volatilização desse composto durante a retirada da silagem (SCHMIDT et al., 2007a e QUEIROZ et al., 2008), já em silos experimentais, onde a coleta é feita somente no momento da abertura tem-se constatado valores de etanol de 20 a 120 g/kg (PEDROSO et al., 2008 e SOUZA et al., 2008). Esperava-se redução da concentração de etanol, nas silagens com *L. buchneri*, em razão de uma maior concentração de ácido acético, observada em vários trabalhos (DRIEHUIS et al., 1999 e WANG & NISHINO, 2008). Esse ácido controlaria o crescimento de leveduras (DANNER et al., 2003 e MOON, 1983) e conseqüentemente ocorreria redução da produção de etanol. No entanto, essa ação não foi observada, provavelmente em função da dose utilizada no presente estudo, que é a preconizada para o uso na cana-de-açúcar. KLEINSCHMIT & KUNG Jr. (2006) fizeram uma avaliação por meta-análise e concluíram que os efeitos do *L. buchneri* são mais consistentes em doses acima de 1×10^5 UFC/g de massa ensilada, na ensilagem do milho. A maioria dos estudos avaliados por esses autores utilizaram a dose 5×10^5 UFC/g de massa ensilada, dose 20 vezes maior que a utilizada, no presente estudo.

4.2 Desempenho animal

O maior consumo dos animais alimentados com SM (Tabela 3) pode ser atribuído a digestibilidade da fração fibrosa deste volumoso. A concentração de FDN (Tabela 1) das rações com SM ou SC foram semelhantes, 367,9 e 361,1 g FDN/kg MS, respectivamente, pois a SM participou em maior porcentagem nas dietas (435,7 g/kg) e

as SC (374,4 g/kg). CORRÊA et al. (2003) observaram redução de 1,5 kg de MS no consumo de vacas leiteiras alimentadas com cana-de-açúcar em relação às alimentadas com SM. Os autores atribuíram à redução do consumo, a baixa digestibilidade da FDN (230 g/kg) da ração com cana-de-açúcar. No entanto, QUEIROZ et al. (2008) observaram superioridade no consumo de MS com SC em comparação a CF (1,2 kg/dia) e a SM (2,2 kg/dia). Os autores comentam que normalmente são encontrados na literatura resultados com redução do consumo, com a substituição de SM por cana-de-açúcar, quer seja *in natura* ou ensilada.

Outro fator que pode reduzir o consumo das SC comparadas a SM é a presença dos produtos da fermentação, como etanol e o ácido acético. REIS et al. (2008) em revisão sobre o consumo de forragens conservadas descreveu como um dos muitos fatores que podem afetar o consumo de forragens conservadas é a presença de ácidos orgânicos ou substâncias neutras como o etanol, contudo os autores relatam que os resultados encontrados na literatura são controversos, isto é, em alguns estudos observou-se redução de consumo e em outros não.

A ensilagem da cana-de-açúcar eleva significativamente a concentração da fração fibrosa (Tabela 1) e reduz a quantidade de açúcares solúveis (PEDROSO et al., 2005). Essas mudanças poderiam impactar sobre o consumo de MS quando SC fossem comparadas a CF. Todavia, conforme foi observado, no presente estudo, não se constatou diferença no consumo (Tabela 3). MENDES et al. (2008a) observaram aumento da digestibilidade da FDN em 150 g/kg de rações contendo silagens de cana-de-açúcar com *L. buchneri* em relação a rações com CF.

O aumento do consumo pelos animais alimentados com SQB em relação aos SQC (Tabela 3) pode ser atribuído a um possível controle da estabilidade aeróbia nessas silagens, pois durante a fermentação, pelos parâmetros avaliados não se observou diferenças significativas que justificassem essa constatação. Elevação da estabilidade aeróbia em 30 h de SQB em comparação as SQC foi constatada por SIQUEIRA et al. (2009).

Como não houve efeito sobre o consumo de MS e nem sobre o GMD nos contrastes SM x SC e CF x SC (Tabela 3), pode-se afirmar que as rações apresentaram

conteúdos energéticos semelhantes, mesmo havendo diferenças na estimativa de NDT pelo CNCPS de 20 e 30 g/kg de NDT entre a SM e SC e entre a CF e SC, respectivamente (Tabela 1). E reforça-se a teoria do aumento da digestibilidade da fração fibrosa das SC comparadas a CF. MENDES et al. (2008b) também não observaram diferença no GMD de cordeiros alimentados com rações contendo CF ou silagens de cana-de-açúcar tratadas ou não com *L. buchneri*. A substituição de SM por CF ou ensilada na ração de ruminantes confinados, tem propiciado desempenho semelhante, desde que, a relação volumoso/concentrado seja reduzida em aproximadamente 100 g/kg e/ou, seja feito o ajuste do concentrado, principalmente a fonte protéica (CORRÊA et al., 2003; FERNANDES et al., 2007 e QUEIROZ et al., 2008). Resultados de equivalência em GMD quando se compara a CF com SC também têm sido relatados na literatura (QUEIROZ et al., 2008, MENDES et al., 2008b, MARI, 2008).

Esperava-se diferenciação do GMD entre as silagens tratadas ou não com *L. buchneri*, principalmente nas silagens de cana-de-açúcar queimada que são silagens mais propensas as perdas (BERNARDES et al., 2007 e SIQUEIRA et al., 2009), porém, podem ser mais responsivas a inoculação com o *L. buchneri*. Com a queima, ocorre invertase da sacarose, que é a quebra em glicose e frutose, segundo McDONALD et al., (1991) o *L.buchneri* tem maior capacidade de fermentação sobre glicose e frutose do que sobre sacarose. Observou-se maior consumo de MS no tratamento que utilizou SQB em relação às SQC, o que proporcionou aumento numérico no GMD em 0,080 kg/dia, todavia esse valor não foi significativamente diferente.

A conversão alimentar foi pior nos animais alimentados com SM em relação aos alimentados com SC. Este fato decorreu do maior consumo observado no tratamento com SM e a não diferenciação no GMD. Na maioria dos estudos, observa-se o contrário, melhor ou sem efeito sobre a conversão alimentar em animais alimentados com SM quando comparados a CF ou ensilada (FERNANDES et al., 2007 e QUEIROZ et al., 2008). O que pode ter melhorado a conversão alimentar nas rações com cana-de-açúcar foi a maior participação do concentrado 100 g/kg em comparação as rações com SM.

4.3 Parâmetros ruminais

Alterações observadas nos valores de pH, nas concentrações de nitrogênio amoniacal, ácido propiônico, ácidos totais e na relação ácido acético/propiônico, na comparação da SM com as SC podem ser atribuídas ao maior aporte de amido nas SM (Tabela 4). Segundo SANTOS (2006), quando o amido e açúcares predominam na dieta, microrganismos amilolíticos digerem esses carboidratos e aumentam a proporção de ácido propiônico em relação aos ácidos acético e butírico. Como os microrganismos que digerem açúcares e amido multiplicam-se mais rapidamente que os celulolíticos e hemicelulolíticos, e a taxa de digestão desses carboidratos é mais rápida do que quando celulose e hemicelulose são fermentadas, o pH ruminal fica mais baixo. Corroboram com o presente estudo, os resultados encontrados por WALSH et al. (2008), que avaliaram o aumento da porcentagem de grão, variando de 0 a 900 g/kg, na ensilagem de cevada, e observaram redução linear nos valores de pH, na relação acético/propiônico e aumento linear do ácido propiônico e do nitrogênio amoniacal, os autores atribuíram esses efeitos a maior participação do amido nas rações.

Praticamente as mesmas alterações, com exceção do aumento da concentração do ácido butírico ocorreram com a substituição da CF por SC. Neste caso, a justificativa pode ser atribuída a maior concentração de carboidratos solúveis, que também desencadeia o mesmo processo citado anteriormente. Em relação ao ácido butírico, NUSSIO et al. (2006) em revisão sobre metabolismo de carboidratos comenta que a adição de açúcares solúveis pode alterar a proporção de ácidos de cadeia curta, e ainda esses autores citando HOOVER & MILLER-WEBSTER (1998) mostraram que a sacarose comparada a lactose, amido, glicose, hemicelulose e a pectina foi o carboidrato que proporcionou a maior proporção molar do ácido butírico.

Os menores valores de pH também podem estar associados ao menor tempo de ruminação observado nos animais alimentados com CF ou SM (Tabela 5). A presença de alimento na cavidade oral estimula a secreção de saliva, assim a ruminação constitui em forte estímulo para ativar a secreção das glândulas salivares (FURLAN et al., 2006) e segundo SANTOS et al. (2006) a saliva contém altas quantidades de solutos

tamponantes com capacidade de neutralizar ácidos de cadeia curta produzidos no rúmen.

Os fatores queima e a presença do *L. buchneri* nas silagens de cana *in natura* ou queimada, não afetaram os parâmetros ruminiais. SCHMIDT et al. (2007b) avaliando os parâmetros ruminiais de animais alimentados com SC com diferentes aditivos, não observaram diferença significativa entre silagens de cana-de-açúcar com e sem *L. buchneri*. SIVEIRA et al. (2002) observaram concentrações de ácido acético (65,2 Mmol), propiônico (12,47 Mmol) e butírico (8,25 Mmol), inferiores às do presente estudo. No estudo de SILVEIRA et al. (2002) a proporção de concentrado foi de 520 g/kg, já no presente estudo foi de 626 g/kg. Já SCHMIDT et al. (2007b) utilizando 650 g/kg de silagem de cana-de-açúcar na ração observaram valores inferiores de ácido acético (60,90 Mmol) e de butírico (10,20 Mmol) e superiores de ácido propiônico (19,30 Mmol), há de se considerar que os animais do referido estudo eram de peso (527 kg), raça (Nelore) e sexo (machos) diferentes dos animais do presente estudo.

4.4 Comportamento ingestivo

O tempo de ingestão por dia, kg/MS ou kg/FDN, foi menor nos tratamentos com SM quando contrastado com as SC, possivelmente pela menor seleção ocorrida neste tratamento. QUEIROZ et al. (2008) observaram maior variação no teor de proteína bruta da ração oferecida em comparação às sobras, nos tratamentos com cana-de-açúcar ensilada (54 g/kg) ou *in natura* (54,6 g/kg) do que no tratamento com SM (48,5 g/kg). Este é um indicativo de maior seleção da ração, pelos animais consumindo cana-de-açúcar. Entre as silagens e a CF não houve diferença no tempo de ingestão, esperava-se que houvesse elevação do tempo de ingestão, em razão da refração do animal pela presença de etanol. Todavia, pelos dados observados, o etanol volatilizou no silo e a silagem no cocho já apresentava concentrações baixas dessa molécula. SCHIMDT et al. (2007a) observaram tempos de ingestão médios de 230 min/dia, 32,9 min/kg MS e 62,30 min/kg FDN, valores bem inferiores aos do presente estudo, uma possível explicação é o baixo consumo de MS observado pelos autores 1,33% do peso corporal.

Todas as formas de expressão de ruminação e mastigação foram diferentes quando se comparou o tratamento com SM e SC. As rações apresentaram teores de FDN semelhantes, no tratamento com SM o teor médio de FDN foi de 384,6 g/kg MS e a média das rações com SC foi de 376,8 g/kg MS e a concentração de FDN vinda de forragem também foi semelhante 262 g/kg MS na ração com SM e 257,3 g/kg MS nas rações com SC. Desta forma, esperava-se que o tempo de ruminação fosse semelhante, pois segundo VAN SOEST (1994), o tempo de ruminação é influenciado pela natureza da dieta e parece ser proporcional ao teor de parede celular dos volumosos. Todavia, MENDONÇA et al. (2004) observaram aumento no tempo de ruminação por kg de FDN de vacas leiteiras alimentadas com cana-de-açúcar (103 min/kg FDN) em comparação às alimentadas com SM (80,5 min/kg FDN). Segundo esses autores, a degradação da porção fibrosa pode alterar o tempo de ruminação. O que está de acordo com os dados observados por MAGALHÃES et al. (2006) que constataram redução na digestibilidade da FDN de 450,9 para 204,5 g/kg quando substituiu totalmente a SM por CF em dieta com 600 g/kg de volumoso, observou-se também a elevação do tempo médio de retenção da digesta em aproximadamente 4 h. Esses fatores podem ser explicações, para o aumento do tempo de ruminação com rações com conteúdo de FDN semelhantes, conforme ocorrido no presente estudo.

As rações contendo CF apresentaram menores concentrações de FDN total (329,1 g/kg) e vinda de forragem (207,5 g/kg), comparadas as rações contendo SC, que apresentaram 376,8 e 238,8 g/kg, respectivamente, em razão do consumo de carboidratos solúveis por leveduras durante a fermentação (PEDROSO et al., 2005). Como havia mais FDN nas rações com SC, o tempo de ruminação aumentou, conforme foi observado em vários estudos e revisões (VAN SOEST, 1994, MIRANDA et al., 1999 e MENDONÇA et al., 2004). Contudo, os tempos de ruminação e mastigação em relação a FDN não foram alterados, em razão da equiparidade entre as composições das frações fibrosas da CF e das SC.

4.5 Características das carcaças

Características como rendimento de carcaça, área de olho de lombo e espessura de gordura são dependentes de sexo, idade, raça, peso de abate, concentração energética da ração, consumo de energia, taxa de ganho de peso entre outros fatores (LUCHIARI FILHO, 2000). Como no presente estudo, os animais utilizados foram de um mesmo grupo com características semelhantes, as rações apresentaram equivalência energética e os ganhos de peso não foram significativamente diferentes é justificável a não observação de diferenças nos contrastes avaliados (Tabela 6). A exceção foi observada na avaliação da espessura de gordura entre os animais alimentados com SQC (5,4 mm) e SQB (8,2 mm). Esse fato pode ser atribuído ao maior consumo observado no tratamento CQB e a não diferença no GMD em relação ao CQ (Tabela 3). LANNA et al, 1998 demonstraram que quanto maior a deposição de gordura na carcaça menor o ganho de peso, desta forma pode-se explicar, porque o aumento no consumo não refletiu em elevação no GMD.

Outra característica que corrobora com os dados de espessura de gordura é a gordura renal pélvica e inguinal, que foi maior nos animais alimentados com CQB em relação aos CQ. A gordura renal pélvica e inguinal é o primeiro sítio onde ocorre deposição de gordura, é seguida da deposição intermuscular, subcutânea e intramuscular (marmoreio) (PETHICK et al., 2004). RIBEIRO et al. (2002) observaram maiores quantidades de gordura renal, pélvica e inguinal quando utilizou rações com maior concentração energética. Desta forma, a justificativa que as CQB podem ter sido mais estáveis em aerobiose propiciando aumento do consumo de MS e de energia e conseqüente elevação do acúmulo de deposição de gordura.

Os valores de pH observados nos músculos *Longissimus dorsi* e *Semimembranosus* não apresentaram diferenças e estão dentro da faixa considerada ideal. Segundo HONIKEL et al (1981) a queda do pH é devida à liberação de íons H⁺, que ocorre antes da redução do piruvato a lactato e essa reação é dependente da quantidade de glicogênio no corpo do animal, segundo esses autores, a faixa normal de pH após 24 horas está entre 5,4 a 5,9.

Propondo um sistema de qualidade para a produção de carnes, LUCHIARI FILHO (2000) coloca como limite crítico de força de cisalhamento 4,5 kg, para o músculo *Longissimus dorsi* com um dia após o abate. No presente estudo, apenas os animais que consumiram CF não apresentaram carne considerada macia, porém com adoção do processo de maturação, todos os tratamentos poderiam apresentar carne com força de cisalhamento abaixo de 4,5 kg. Valores semelhantes para força de cisalhamento (4,37 kg) foram observados por MAY et al. (1992) avaliando novilhos Angus x Hereford.

Os índices de perdas de água, por evaporação, gotejamento ou total não diferiram em nenhum dos contrastes avaliados, a perda de água contribui para o endurecimento da carne. SUTTER et al. (2000) observaram valores próximos aos do presente estudo, 250 g/kg de perda.

5. Conclusões

A inclusão do *Lactobacillus buchneri* na ensilagem de cana-de-açúcar queimada aumentou o consumo de matéria seca (13%) e a espessura de gordura (2,8 mm). Já na ensilagem de cana-de-açúcar *in natura* o *Lactobacillus buchneri* não apresentou efeito. Não há diferença entre silagens de cana-de-açúcar *in natura* e queimada na alimentação de novilhas de corte confinadas. O uso de silagens de cana-de-açúcar em relação a silagem de milho e cana fresca não alterou o desempenho de novilhas de corte confinadas.

6. Referências

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists**. 15.ed. Arlington: 1990. 1117p.
- ARMENTANO, L.; PEREIRA, M. Measuring the effectiveness of fiber by animal response trials. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1416-1425, 1997.
- BERNARDES, T.F.; REIS, R.A.; SIQUEIRA, G.R. et al. 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.
- CORRÊA, C.E.S.; PEREIRA, M.N.; OLIVEIRA, S.G.; RAMOS, M.H. Performance of Holstein cows fed sugarcane or corn silages of different grain textures. **Scientia Agricola**, v.60, p.221-229, 2003.
- DANNER, H.; HOLZER, M.; MAYRHUBER, E. et al. Acetic acid increases stability of silage under aerobic conditions. **Applied and Environmental Microbiology**, v.69, p.562-567, 2003.
- DESCHAMPS, F.C. Implicações do período de crescimento na composição química e digestão dos tecidos de cultivares de capim elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.1178-1189, 1999.
- DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; SPOELSTRA, S.F. Anaerobic lactic acid degradation during ensilage of whole crop maize inoculated with *Lactobacillus buchneri* inhibits yeast growth and improves aerobic stability. **Journal of Applied Microbiology**, v.87, p.583-594, 1999.
- FERNANDES, A.R.M.; SAMPAIO, A.A.M.; HENRIQUE, W. et al. Avaliação econômica e desempenho de machos e fêmeas Canchim em confinamento alimentados com dietas à base de silagem de milho e concentrado ou cana-de-açúcar e concentrado contendo grãos de girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.855-864, 2007.

FURLAN, R.; MACARI, M.; FARIA FILHO, D.E. Anatomia e fisiologia do trato gastrointestinal In: BERCHIELLI, T.T. et al. (Eds.). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p.1-21.

HONIKEL, K.O., HAMID, A., FISCHER, C., et al. Influence of postmortem changes in bovine muscle on the water-holding capacity of beef. Post mortem storage of muscle at various temperatures between 0 and 30°C. **Journal of Food Science**, v.46, n.1, p.23-25, 1981.

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, n.10, p.4005-4013, 2006.

LANNA, D.P.D.; MORAIS, J.P.; BOIN, C. et al. Desempenho e composição corporal de novilhas alimentadas com dois níveis de concentrado e bagaço de cana submetidos a diferentes processos de hidrólise. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.412-420, 1998.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. São Paulo: Luchiari Filho, A, 2000. 134p.

MAGALHÃES, A.L.R.; CAMPOS, J.M.S.; CABRAL, L.S. et al. Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: parâmetros digestivos e ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.591-599, 2006.

MARI, L. **Desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) fresca ou ensilada e o padrão de fermentação e a estabilidade aeróbica das silagens aditivadas**. 2008. 315p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2008.

MAY, S.G.; DOLEZAL, H.G.; GIL, D.R. et al. Effects of days fed, carcass grade traits and subcutaneous fat removal on post mortem muscle characteristics and beef palatability. **Journal Animal Science**; v.80, n.2, p.444-453, 1992.

McDONALD, P.; HENDERSON, A .R.; HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcomb Publications, 1991. 340 p.

MENDES, C.Q.; SUSIN, I.; NUSSIO, L.G. et al Efeito do *Lactobacillus buchneri* na fermentação, estabilidade aeróbia e no valor nutritivo de silagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2008a (*no prelo*).

MENDES, C.Q.; SUSIN, I.; PIRES, A.V. et al. Desempenho, parâmetros da carcaça e comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com cana-de-açúcar ensilada ou *in natura*. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n.3, p.733-740, 2008b.

MENDONÇA, S.S; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar ou silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.723-728, 2004.

MIRANDA, L.F.; QUEIROZ, A.C.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Comportamento ingestivo de novilhas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.614-620, 1999.

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.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **“Nutrient requirements of beef cattle”**. 7.ed. Washington, DC: National Academy Press.1996, 242 p.

NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; LIMA, M.L.M. et al. Metabolismo de carboidratos estruturais. In: BERCHIELLI, T.T. et al. (Eds.). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p.183-223.

PEDROSO, A.F., L. G. NUSSIO, S. F. PAZIANI; et al. Bacterial inoculants and chemical additives to improve fermentation in sugar cane (*Saccharum officinarum*) silage. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 13, 2002, Auchincruive. **Processing...** Auchincruive: SAC, p.68-69, 2002.

PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; BARIONI Jr.; W. et al. Performance of Holstein heifers fed sugarcane silages treated with urea, sodium benzoate or *Lactobacillus buchneri*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 649-654, 2006.

PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F. et al. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agricola**, v.62, p.427-432, 2005.

PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; LOURES, D.R.S. et al. Fermentation, losses, and aerobic stability of sugarcane silages treated with chemical or bacterial additives. **Scientia Agricola**, v.65, n.6, p.589-594, 2008

PETHICK, D.W. et al. Growth, development and nutritional manipulation of marbling in cattle: A review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.44, p.705-715, 2004.

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.

RANJIT, N.K.; KUNG JR. JR, L. The effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, or a chemical preservation on fermentation and aerobic stability of corn silage. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.526-535, 2000.

RIBEIRO, F.G.; LEME, P.R.; BULLE, M.L.M. et al. Características da carcaça e qualidade da carne de tourinhos alimentados com dietas de alta energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.749-756, 2002.

ROBERTSON, J.B.; VAN SOEST, P.J. The detergent system of analysis and its application to human foods. In: JAMES, W. P. T.; THEANDER, O. (Ed.) **The analysis of dietary fiber in food**. New York: Marcel Dekker, 1981, p.123-158.

SANTOS, J.E.P. Distúrbios metabólicos. In: BERCHIELLI, T.T. et al. (Eds.). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p.423-492.

SAS Institute. **SAS User's Guide. Statistics**, Version 8.01 Edition. SAS Inst., Inc., Cary, NC, 1999.

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

SCHMIDT, P.; NUSSIO, L.G.; ZOPOLLATTO, M. et al. Aditivos químicos ou biológicos na ensilagem de cana-de-açúcar. 2. Parâmetros ruminais e degradabilidade da matéria seca e das frações fibrosas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1676-1684, 2007b.

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.37, 2009 (*no prelo*).

SILVEIRA, R.N.; BERCHIELLI, T.T.; FREITAS, D. et al. Fermentação e degradabilidade ruminal em bovinos alimentados com resíduos de mandioca e cana-de-açúcar ensilados com polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.793-801, 2002.

SOUSA, D.P.; MATTOS, W.R.S.; NUSSIO, L.G. 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.

SUTTER, F.; CASUTT, M.M.; OSSOWSKI, D.A et al Comparative evaluation of rumen-protected fat, coconut oil and various oilseeds supplemented to fattening bulls. 1. Effects on growth, carcass and meat quality. **Archive Animal Nutrition**, v.53, p.1-23, 2000.

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

WALKER, G. M. **Yeast physiology and biotechnology**. London: Wiley Editorial Offices, 1998, 350p.

WHEELER, T.L.; SHACKELFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M. **Shear force procedures for meat tenderness measurement**. Clay Center, USA: Meat Animal Research Center/USDA, 2001

WANG, F., NISHINO, N., Association of *Lactobacillus buchneri* with aerobic stability of total mixed ration containing wet brewers grains preserved as a silage. **Animal Feed Science and Technology**, v.149, n.3, p.265-274, 2008.

WALSH, K.; O'KIELY, P.;TAWHEEL, H.Z. et al. Intake, digestibility and rumen characteristics in cattle offered whole-crop wheat or barley silages of contrasting grain to straw ratios. **Animal Feed Science and Technology**, v.148, n.2, p.192-213, 2009.

CAPÍTULO 5 – IMPLICAÇÕES

A cana-de-açúcar sempre foi uma forragem renegada ao segundo plano, nos anos 60 e 70 ou até mesmo antes dessa época, as principais justificativas para a não utilização desta forragem na alimentação de ruminantes eram os baixos conteúdos de proteína e minerais. A divulgação pela EMBRAPA, da receita de cana-de-açúcar com 1% de uréia, possibilitou incrementos significativos na utilização desta forragem, principalmente na alimentação de rebanhos leiteiros. Hoje, apesar de raras as estatísticas, sobre a utilização de volumosos, sabe-se que a utilização da cana-de-açúcar abrange uma elevada porcentagem de propriedades que produzem bovinos de corte e leite, ovinos e caprinos, e apesar de muitos técnicos questionarem sua contribuição energética nas rações ela ganhou status de forragem suplementar de boa qualidade.

A retomada da ensilagem da cana-de-açúcar coincidiu com a redução da utilização de silagens de capins tropicais, esses fatos se deram no final dos anos 90 e início dos anos 2000. Essa tecnologia trouxe uma série de questionamentos, dúvidas e paradigmas, que sensibilizaram a comunidade científica e prontamente ocorreu à volta de pesquisas sobre ensilagem da cana-de-açúcar.

A cana-de-açúcar é uma planta com características intrínsecas que propiciam alta ensilabilidade, diferente dos capins tropicais e até mesmo, melhor que plantas como milho e sorgo, porém as perdas ocorridas durante a fermentação, são muito elevadas, em razão da ação de leveduras e faz-se necessário o seu controle. É quase um censo comum, entre os pesquisadores da área de conservação de forragens, que em forragens como milho e sorgo a utilização de aditivos químicos e microbianos é dispensável frente às corretas adoções de manejo. Todavia, na ensilagem da cana-de-açúcar vários trabalhos apontam à necessidade irrefutável de utilização de aditivos controladores de leveduras. Com base em experiências passadas sobre a fase de fermentação utilizaram-se aditivos seqüestrantes de umidade, uréia, microrganismos homofermentativos, soda caustica entre outros, porém nenhum resultado satisfatório em termos de controle de perdas foi efetivamente significativo e repetido em mais de

um estudo. Em um momento, quase que paralelo avaliou-se aditivos que tinham respaldo sobre o controle de leveduras durante a exposição aeróbia de silagens, entre eles, bactérias do gênero *Propionibacterium*, benzoato de sódio e o microrganismo *Lactobacillus buchneri*.

Alguns resultados interessantes foram obtidos com aditivos seqüestrantes, porém o efeito deve estar mais associados a redução de açúcares solúveis, por diluição da cana-de-açúcar, do que propriamente ao controle de leveduras, em razão da ampla faixa de atividade de água que esse microrganismo atua. Os melhores resultados com uréia foram com doses próximas a 1% da matéria natural, todavia as perdas de nitrogênio também devem ser consideradas e em média tem-se recuperado 70% do nitrogênio aplicado, tornando-se mais interessante a correção com uréia, se necessário for, na mistura da ração total. Aditivos homofermentativos são produtores de ácido láctico, que é substrato da maioria de leveduras presentes na ensilagem da cana-de-açúcar. Muitas empresas acrescentaram em seus produtos a indicação para a cana-de-açúcar sem respaldo científico, e a maioria dos produtos comercializados são microrganismos homofermentativos, que geralmente elevam as perdas na ensilagem da cana-de-açúcar. A soda caustica em alguns estudos mostrou-se como aditivo interessante, porém o alto custo e o perigo de manuseio o tornam um aditivo impeditivo.

As bactérias do gênero *Propionibacterium* seriam uma ótima opção, porém esses microrganismos são sensíveis a rápida queda do pH, fato este, comum na ensilagem da cana-de-açúcar. O benzoato de sódio é uma alternativa interessante, porém no Brasil não há histórico de utilização de aditivos químicos como esse, nesse sentido os resultados técnicos são contidos por questões culturais.

O *Lactobacillus buchneri* foi uma proposição feita pelo Grupo de Qualidade e Conservação de Forragens da USP/ESALQ que apresentou bons resultados nas teses de PEDROSO (2003) e SCHMIDT (2006), todavia nos estudos posteriores ocorreram resultados positivos e ausência de resultados. Poucos estudos, sobre doses foram realizados. Fica nesse sentido, um questionamento para a necessidade de realização de mais estudos com diferentes doses, mesmo que num primeiro momento a dose adequada seja inviável economicamente.

Recentemente, o óxido de cálcio foi utilizado na ensilagem da cana-de-açúcar e tem-se mostrado como alternativa interessante no controle de perdas durante a fermentação. Doses próximas a 1% da matéria natural parecem ser as mais interessantes, necessita-se apenas de mais avaliações para consolidar os dados observados até o momento.

A avaliação de aditivos deve ser realizada com muito critério e cuidado. A busca por um aditivo que tenha condição de controlar as perdas durante a fermentação e estabilidade aeróbia e refletir em aumento no desempenho animal é quase uma utopia. Na ensilagem da cana-de-açúcar, aditivos que controlem perdas na fase de fermentação devem ser priorizados, em razão de perdas de matéria seca de 20 a 30%, que elevam significativamente o custo da silagem. No setor produtivo é difícil a conscientização sobre as perdas durante a fermentação, pois para os produtores “se a forragem foi colocada debaixo da lona, ela está lá, não tem como sair”. Uma forma de mostrar a extensão das perdas é a quantificação do teor de matéria seca da forragem fresca e da silagem, normalmente ocorrem reduções de 5 a 10 pontos percentuais. Além da confirmação de aditivos utilizados e a busca por novos aditivos, técnicas para medir perdas em silos de grande escala devem ser priorizadas nas pesquisas com ensilagem da cana-de-açúcar.

Esperava-se que o desempenho de animais alimentados com silagens de cana-de-açúcar fosse inferior, aos alimentados com cana *in natura*, utilizando o mesmo concentrado e na mesma proporção, em razão do consumo de carboidratos solúveis, aumento da fração fibrosa e redução da digestibilidade *in vitro* das silagens de cana-de-açúcar. No entanto, vários estudos já mostraram não haver diferença entre as formas de fornecimento da cana-de-açúcar fresca ou ensilada. Sabe-se até o presente momento que os modelos de exigências superestimam o consumo e subestimam o ganho de peso de animais alimentados com silagens de cana-de-açúcar, esses dados foram obtidos por PEDROSO (2003), SCHMIDT (2006) e MARI (2008). No presente estudo a avaliação dos dados pelo CNCPS, também apresentou as mesmas tendências. Algumas proposições podem ser colocadas entre elas a de aumento da digestibilidade da fração fibrosa e também da contribuição energética dos ácidos e do

etanol produzido, essa em nossa opinião é outra linha de pesquisa que deve ser investigada com mais afinco pela comunidade científica.