

**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ENSILAGEM DA CANA-DE-AÇÚCAR *IN NATURA* OU
QUEIMADA E ADITIVADA OU NÃO COM ÓXIDO DE CÁLCIO**

Anna Paula de Toledo Piza Roth

Engenheira Agrônoma

2012

**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ENSILAGEM DA CANA-DE-AÇÚCAR *IN NATURA* OU
QUEIMADA E ADITIVADA OU NÃO COM ÓXIDO DE CÁLCIO**

Anna Paula de Toledo Piza Roth

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis

Coorientador: Dr. Gustavo Rezende Siqueira

**Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias - UNESP, Campus de
Jaboticabal, como parte das exigências para
a obtenção do título de Doutora em
Zootecnia.**

Dezembro – 2012

Roth, Anna Paula de Toledo Piza

R845e Ensilagem de cana-de-açúcar *in natura* ou queimada e aditivada ou não com óxido de cálcio. / Anna Paula de Toledo Piza Roth. -- Jaboticabal, 2012

ix, 85 f. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2012

Orientador: Ricardo Andrade Reis

Banca examinadora: Thiago Fernandes Bernardes, Clóves Cabreira Jobim, Flávio Dutra de Resende, Roberta Carrilho Canesin

Bibliografia

1. Aditivo. 2. Bovino de corte. 3. Composição química. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.085.52:633.61

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

ANNA PAULA DE TOLEDO PIZA ROTH – filha de Paul Antony Roth e Martha de Toledo Piza Roth, nasceu em Rio Claro – SP, em 7 de fevereiro de 1984. Ingressou no curso de Agronomia na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal em março de 2002, onde foi estagiária do Setor de Forragicultura do departamento de Zootecnia no período de janeiro de 2004 a junho de 2005 e posteriormente foi bolsista da FAPESP no período de junho de 2005 a dezembro de 2006. Graduou-se em Agronomia em janeiro de 2007. Em fevereiro de 2009 obteve o título de Mestre em Zootecnia, pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus Jaboticabal, sob a orientação do Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis. Em março de 2009 ingressou no curso de pós- graduação, Doutorado, por essa mesma instituição, sob orientação do Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis e coorientação do Dr. Gustavo Rezende Siqueira. Em Julho de 2010 participou do programa Sanduiche do Cnpq onde permaneceu como aluna visitante por um ano na University of Delaware – EUA sob orientação do Prof. Dr. Limin Kung Jr. Em janeiro de 2012 foi contratada pela empresa Agrocerec Multimix onde permanece até o momento.

Dedico:

*A Deus por me possibilitar a vida,
Ao espírito Santo por iluminar meu caminho,
E ao meu anjo da guarda por me proteger sempre...*

Ofereço:

*Aos meus pais por sempre estarem ao meu lado me apoiando e ajudando,
Bem e Mãe muito obrigada.*

*A minha irmã Marcella por estar aqui me ajudando, às vezes sendo a irmã
mais velha e mais nova, e me mostrando caminhos.*

*A minha Vóvis por sempre me mostrar que tudo pode dar certo e pela alegria
que sempre nos mostra.*

Agradeço:

A minha família pelo apoio e ajuda, e sempre estarem do meu lado.

Aos meus pais e minha irmã que sempre estão presentes na minha vida me mostrando onde erro e acerto. A mais nova chegada à família Manuella, minha querida afilhada.

A minha avó Cecília e ao meu avô Almeida que me ajudaram e criaram.

A minha Madrinha Marília, meu Padrinho João, minha prima Carolzinha sempre me apoiando.

A Tia Marininha, Tia Marina e Gigi sei que estão longe, mas sempre torcendo por mim.

A minha prima-irmã Juliana, Diogo, Antonio e Fernando por apoiarem e torcerem por mim.

Ao meu noivo Matheus por estar do meu lado ajudando, apoiando, torcendo por mim e participando dessa nova fase.

A Sônia, Arnaldo e Raphael, uma parte da minha família que estou construindo e sempre me apoia.

Ao meu cunhadinho Gu, por sempre ter me ajudado, apoiado e coorientado mais uma vez e não a última.

A avó Nanny que com certeza esta sempre do meu lado.

Ao meu Tio Boy, que foi muito importante na minha formação, sei que distante mas sempre torce por mim.

Ao Prof. Ricardo por ter me acolhido e orientado me ajudando na minha formação.

A Prof^a Izabelle (Belle) pela grande colaboração, auxílio e apoio na minha formação.

Ao Prof. Flávio pela colaboração e conselhos.

A Roberta pela grande ajuda sempre.

Ao Prof. Thiago, por aceitar participar da minha banca, e sempre a colaboração na minha formação.

Ao Prof. Clóves Cabreira Jobim por aceitar participar da minha banca.

A amiga e sempre companheira Gabriela (Parasita) por sempre estar do meu lado mesmo longe.

A minha amiga-irmã de Rio Claro Marina mesmo estando longe sempre torcendo e apoiando.

Aos novos e velhos amigos Camila (Açogueira), Antonio Carlos (Mocho), Mariana (Mari Loira), Fernando (Futum), Felipe, Thiago, Roberta, Daniel, Fernanda, muito obrigada...

Aos estagiários da FEB pelo auxílio na realização desse projeto.

A Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias UNESP/Jaboticabal pela grande oportunidade que me ofereceu possibilitando a realização desse trabalho e minha formação profissional.

A Fapesp por me possibilitar a realização desse trabalho.

A APTA – Colina pela oportunidade de realizar grande parte desse trabalho.

Aos funcionários da UNESP Ana Paula, Sr.Orlando e Adriana por ajudarem sempre que necessário.

Aos funcionários da APTA – Colina por ajudarem a realizar grande parte do projeto.

A University of Delaware pela oportunidade que me ofereceu possibilitando a realização do meu doutorado sanduiche.

Ao Dr. Limin Kung Jr., por me receber e orientar durante minha estadia no EUA.

Aos amigos que fiz no EUA, que me ajudaram profissionalmente e pessoalmente Michelle, Caitlyn, Kaylin, Mateus, Sandra.

Em especial as minhas roommates Stefanie e Daniela (Dani), me ajudaram demais durante a minha estadia no EUA.

Aos novos colegas de trabalho da Agrocerec Multimix, Fernanda, Marcela, Lucas, Pancoti, Rodrigo, Luís, Amanda, Elaine, Kelly, Cris, Andrea, Yuri, Iara, Gabriela.

Agradeço a todos por me ajudarem e colaborarem em minha formação profissional e pessoal.

SUMÁRIO

RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	v
CAPÍTULO 1 – Considerações gerais.....	1
1. Introdução.....	1
2. Revisão de literatura.....	3
2.1. Ensilagem de cana-de-açúcar.....	3
2.2. Efeito da queima da cana-de-açúcar.....	4
2.3. Uso do óxido de cálcio na ensilagem da cana-de-açúcar.....	7
2.4. Utilização de silagem de cana-de-açúcar na alimentação animal.....	9
3. Referências bibliográficas.....	11
CAPÍTULO 2 – Óxido de cálcio em silagens de cana-de-açúcar <i>in natura</i> ou queimada e colhida com 1 ou 10 dias após a queima.....	16
RESUMO.....	16
1. Introdução.....	17
2. Material e Métodos.....	19
2.1. Ensilagem.....	19
2.2. Amostragens e avaliações químico-bromatológicas.....	20
2.3. Determinações das perdas.....	21
2.4. Avaliação da estabilidade aeróbia.....	22
2.5. Delineamento experimental e análise estatística.....	23
3. Resultados e Discussão.....	24
4. Conclusões.....	38
5. Referências Bibliográficas.....	39
CAPÍTULO 3 – Características da silagem e desempenho de novilhos alimentados com silagem de cana-de-açúcar <i>in natura</i> ou queimada tratadas com óxido de cálcio.....	42
RESUMO.....	42
1. Introdução.....	44
2. Material e Métodos.....	46
2.1. Dietas experimentais, tratamentos e ensilagem.....	46

2.2. Monitoramento dos silos.....	48
2.3. Animais e instalações experimentais.....	50
2.4. Amostragens e análises.....	50
2.5. Comportamento ingestivo.....	51
2.6. Características das carcaças.....	51
2.7. Delineamento experimental e análise estatística.....	52
3. Resultados.....	54
3.1. Monitoramento dos silos.....	54
3.2. Desempenho, comportamento ingestivo e características de carcaça...	56
4. Discussões.....	63
4.1. Monitoramento dos silos.....	63
4.2. Desempenho, comportamento ingestivo e características de carcaça...	64
5. Conclusões.....	70
6. Referências Bibliográficas.....	71

ENSILAGEM DA CANA-DE-AÇÚCAR *IN NATURA* OU QUEIMADA E ADITIVADA OU NÃO COM ÓXIDO DE CÁLCIO

RESUMO – Foram realizados dois experimentos com o objetivo de avaliar os efeitos da queima e a utilização do óxido de cálcio na produção de silagens de cana-de-açúcar. No primeiro experimento as avaliações foram realizadas antes da ensilagem e nas silagens de cana-de-açúcar *in natura* tratada ou não com 1% de óxido de cálcio, silagens de cana-de-açúcar queimada e colhida com 1 dia após a queima tratada ou não com 1% de óxido de cálcio, e silagens de cana-de-açúcar queimada e colhida com 10 dias após a queima tratada ou não com 1% de óxido de cálcio. O processo de queima reduziu os teores de matéria seca em média 34 g/kg, fibra em detergente neutro 137 g/kg, fibra em detergente ácido 71 g/kg e lignina 9 g/kg. A adição do óxido de cálcio elevou os teores de matéria mineral da cana-de-açúcar em média 30 g/kg. As silagens de cana-de-açúcar *in natura* apresentaram os maiores teores de matéria seca (275 g/kg) e fibra em detergente neutro (694 g/kg) e as menores produções de efluente (6 kg/t) e perdas por gases (124 g/kg) resultando em maiores recuperações de matéria seca (822 g/kg). O tratamento com óxido de cálcio nas silagens de cana-de-açúcar, independente do manejo, aumentou os teores de matéria seca em média 39 g/kg e recuperação de matéria seca 151 g/kg e reduziu as perdas por gases em média 84 g/kg e teores de fibra em detergente neutro 147 g/kg. No segundo experimento avaliaram-se as silagens e dietas contendo silagens de cana-de-açúcar *in natura* tratada ou não com 1 % de óxido de cálcio, silagens de cana-de-açúcar queimada e colhida 1 dia após a queima tratada ou não com 1 % de óxido de cálcio, e silagens de cana-de-açúcar queimada e colhida 10 dias após a queima tratada ou não com 1 % de óxido de cálcio. No período de adaptação (0 a 28 dias) houve redução na ingestão de matéria seca dos animais alimentados com dietas contendo silagens de cana-de-açúcar queimada e colhida com 1 e 10 dias (média 6,3 kg), e o ganho de peso médio diário desses animais foi inferior (média – 0,026 kg/dia). A adição de óxido de cálcio nas silagens reduziu em 1,2 kg/dia a ingestão de matéria seca dos animais no período de 0 a 28 dias, e esses animais perderam peso (0,127 kg/dia). No período de 28 a 93 dias não houve diferença no ganho de peso médio diário (1,394 kg/dia) No período total do confinamento (0 a 93 dias) o ganho médio diário dos animais que receberam silagens de cana-de-açúcar queimada e colhida com 1 dia após a queima foi o menor (0,911 kg/dia) em relação aos alimentados com silagens de cana-de-açúcar *in natura* (1,098 kg/dia). O uso do óxido de cálcio reduziu em 0,530 kg/dia a ingestão de matéria seca dos animais que receberam as silagens aditivas, e aumentou a digestibilidade da dieta com silagens de cana-de-açúcar *in natura* (726,90 g/kg) e queimada e colhida com 1 dia após a queima (770,28 g/kg). Silagens de cana-de-açúcar queimada são mais propensas às perdas que silagens de cana-de-açúcar *in natura*. As silagens confeccionadas com cana-de-açúcar queimada e colhida com 1 ou 10 dias são semelhantes. O óxido de cálcio é eficiente em controlar perdas durante a fermentação resultando silagens de cana-de-açúcar *in natura* e queimada com melhor digestibilidade. Animais Nelore tem dificuldades com a adaptação à dieta quando é utilizado silagem de cana-de-açúcar queimada e/ou tratada com óxido de

cálcio, causando redução na ingestão de matéria seca e impacto no ganho de peso médio diário.

Palavras-chave: aditivo, bovinos de corte, composição química, estabilidade aeróbia, perdas, silagem

EFFECT OF BURNING AND CALCIUM OXIDE ON THE NUTRITIVE VALUE OF SUGARCANE SILAGE FOR BEEF STEERS

ABSTRACT - Two experiments were carried out in order to evaluate the effects of burning and calcium oxide in the production of sugarcane silage. In the first experiment the evaluations were made before the ensilage and in the *in natura* sugarcane silage treated or not with 1% of calcium oxide, burned sugarcane silage and harvest one day after the burn treated or not with 1% of calcium oxide, and burned sugarcane silage and harvest 10 days after the burn treated or not with 1% of calcium oxide. The burning process reduced the levels of dry matter in average 34g/kg, neutral detergent fiber in 137 g/kg, acid detergent fiber in 71 g/kg and lignin in 9 g/kg. The addition of calcium oxide increased levels of sugarcane ash in average 30g/kg. The *in natura* sugarcane silage presented higher levels of dry matter (275g/kg) and neutral detergent fiber (694g/kg) and less effluent production (6kg/t) and gas losses (124g/kg) resulting in bigger dry matter recovery (822g/kg). The treatment with calcium oxide in sugarcane silage, not taking into account the management, increased the dry matter levels in average 39g/kg, dry matter recovery 151g/kg reducing the gas losses in average 84g/kg and neutral detergent fiber levels 147g/kg. In the second experiment the silage and total mix ration were evaluated having *in natura* sugarcane silage treated or not with 1% of calcium oxide, burned sugarcane silage and harvest one day after the burn treated or not with 1% of calcium oxide, and burned sugarcane silage and harvest 10 days after the burn treated or not with 1% of calcium oxide. In the adaptation period (0 up to 28 days) there was a reduction in the animals intake fed with total mix ration with burned sugarcane silages and harvest in 1 or 10 days (average 6.3kg/day) and the daily weight gain was lower (average -0.026kg/day). The addition of calcium oxide in the silage decreased 1.2 kg/day the animals intake within 0 to 28 days and the animals lost weights (0.127kg/day). In the period of 28 to 93 days there was no difference in daily weight gain (1.394kg/day). In total feedlot time (0 up to 93 days) the gain per day of the animals receiving burned sugarcane silage and harvest 1 day after burn was the least (0.911kg). The usage of calcium oxide reduced in 0.530kg/day the animal intake. The calcium oxide increased the total mix ration digestibility with *in natura* sugarcane silage (726.90g/kg) and burned sugarcane silage and harvest 1 day after the burn (770.28g/kg). Burned sugarcane silages are more inclined to losses than *in natura* sugarcane silage. Silages produced from burned sugarcane and harvest 1 to 10 days are similar. Calcium oxide is efficient in controlling fermentation losses resulting *in natura* sugarcane silage and burned sugarcane silage with a better digestibility. The adaptation of Neralo fed with sugarcane silage treated with calcium oxide and burned sugarcane silage and harvest 1 day after burn is difficult to accept causing intake reduction. The weight gain of the animals fed with sugarcane silage without and with calcium oxide is similar.

Key words: additive, aerobic stability, beef cattle, management strategies, losses, tropical silage

CAPÍTULO 1 – Considerações gerais

1. INTRODUÇÃO

Desde 2007 o Brasil é o maior exportador de carne bovina mundial (USDA, 2012). A pecuária de corte brasileira, predominantemente, é baseada na criação de animais em pastagens, portanto com ciclos de produção mais longos. As estratégias para tornar o ciclo de produção mais eficiente tem se tornado uma realidade nas últimas décadas. O confinamento é relativamente novo no Brasil, esse setor tem crescido substancialmente nos últimos anos, segundo dados da ASSOCON (2012) o número de animais confinados em 2012 foi de 3.866.531, sendo esse valor 87% superior em relação ao ano de 2010 que o número de animais confinados foi de 2.057.488. Sendo utilizado principalmente durante a estação seca do ano, quando a disponibilidade de pasto é reduzida (Millen et al., 2011), logo o confinamento torna-se uma ferramenta interessante para tornar o ciclo de produção mais eficiente e ser uma estratégia utilizada para manter o fornecimento de carne constante (Millen et al., 2009).

Através de uma pesquisa realizada por Millen et al. (2009), foi constatada que 32,3% dos confinamentos brasileiros utilizam a cana-de-açúcar como principal volumoso na dieta dos animais, neste levantamento foram entrevistados 31 nutricionistas responsáveis pelo acompanhamento de aproximadamente 3.163.750 animais confinados.

Possivelmente a justificativa para a cana-de-açúcar ser o volumoso mais utilizado nos confinamentos brasileiros está fundamentada na alta produção de matéria seca por unidade de área. Vários autores apontaram a cana-de-açúcar como a melhor opção forrageira para alimentação de bovinos de corte e leite baseada no desempenho bioeconômico (NUSSIO; ROMANELLI; ZOPOLLATTO, 2003a; RESENDE et al., 2005; SIQUEIRA et al., 2008).

A principal forma de uso da cana-de-açúcar é *in natura* através do corte diário, porém essa prática requer elevada mão de obra, dependência diária do uso

do maquinário, causa a não uniformidade na rebrota do talhão e aumenta o risco das perdas por incêndios e geadas. Uma alternativa para contornar os problemas supracitados e até mesmo solucionar o problema do fogo acidental do talhão, que é alto na época de maturação da cana-de-açúcar, é a sua ensilagem. Todavia, a cana-de-açúcar é uma cultura que apresenta elevadas perdas durante o processo fermentativo, devido à elevada população de leveduras presente na cultura e a alta concentração de açúcares, o que ocasiona a fermentação alcoólica.

O processo de ensilagem requer planejamento, porém no caso de incêndio acidental a propriedade pode não está preparada para realizar todas as etapas do processo de ensilagem de maneira eficiente. Roth (2009) concluiu que o período de 10 a 15 dias após a queima do canavial é o tempo máximo para que não ocorram maiores perdas antes da ensilagem, porém poucos estudos foram realizados avaliando o efeito do tempo após a queima do canavial no processo fermentativo e na qualidade da silagem confeccionada com esse volumoso.

A utilização de aditivos químicos e inoculantes bacterianos em silagens de cana-de-açúcar é uma ferramenta que pode auxiliar na redução de perdas durante o processo fermentativo, devido ao controle da intensa fermentação alcoólica que ocorre em silagens de cana-de-açúcar. As principais alternativas de aditivos são a cal virgem e *Lactobacillus buchneri*. Estudo pioneiro realizado avaliando a utilização desses aditivos e o efeito do tempo após a queima indicou que o uso de aditivos reduziu as perdas durante o processo fermentativo (ROTH et al., 2010a).

O objetivo geral foi avaliar os efeitos da queima e a utilização do óxido de cálcio na produção de silagens de cana-de-açúcar. Sendo os objetivos específicos:

Determinar os efeitos da queima e do tempo após a queima sobre as características fermentativas e químicas, perdas e alterações na exposição aeróbia de silagens de cana-de-açúcar; avaliar o uso do óxido de cálcio no controle fermentativo e durante a exposição aeróbia de silagens de cana-de-açúcar; avaliar o desempenho, a digestibilidade e o comportamento de bovinos confinados recebendo silagens de cana-de-açúcar *in natura*, queimada e colhida com 1 ou 10 dias após a queima e sem ou com a adição de óxido de cálcio.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Ensilagem de cana-de-açúcar

A conservação da cana-de-açúcar na forma de silagem tem despertado grande interesse tanto de produtores como de pesquisadores, em virtude dos benefícios em logística e operacionalidade (SCHMIDT et al., 2007)

Quando avaliados os parâmetros como teor de matéria seca entre 260 g/kg a 370 g/kg (RIBEIRO et al., 2010; LOPES e EVANGELISTA, 2010; AMARAL et al., 2009), carboidratos solúveis entre 141 g/kg a 23 g/kg (AMARAL et al., 2009; PEDROSO et al., 2005) e baixa capacidade tamponante 7 e.mg de HCl/100 g de MS (SIQUEIRA et al., 2007a), a cultura da cana-de-açúcar apresenta valores desejáveis para uma adequada fermentação, onde são produzidos ácidos, como o ácido láctico, responsáveis pela redução do pH e conservação da forragem durante a estocagem. No entanto, o grande entrave na fermentação de silagens de cana-de-açúcar é a elevada população de levedura presente na cultura, o que propicia a atuação deste microrganismo durante a fermentação resultando no principal problema relacionado à ensilagem desta forrageira (BERNARDES et al., 2007; LOPES; EVANGELISTA; ROCHA, 2007; PEDROSO et al., 2007; SIQUEIRA et al., 2007b).

No metabolismo das leveduras a rota metabólica predominante é a piruvato descarboxilase acetaldeído e a redução do acetaldeído a etanol (ROOKE; HATFIELD, 2003). Segundo McDonald; Henderson e Heron (1991), a produção de álcool, durante a fermentação, representa perda de aproximadamente 49% de matéria seca e 0,2% de energia.

A fermentação da sacarose a etanol e gás carbônico, que posteriormente são volatilizados, pode ocasionar aumento da proporção de constituintes da parede celular, pela diminuição do conteúdo celular, reduzindo assim o valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar (NUSSIO; SCHMIDT; PEDROSO, 2003b). A avaliação de vários estudos (Tabela 1) com silagem de cana-de-açúcar mostra com clareza os problemas citados anteriormente.

Durante o processo fermentativo da cana-de-açúcar o consumo de carboidratos solúveis e as perdas de matéria seca são elevadas, conseqüentemente

os teores de fibra em detergente neutro aumentam diminuindo assim a qualidade da forragem. Os dados apresentados na Tabela 1 mostram que em média a variação nos teores de matéria seca e fibra em detergente neutro da cana-de-açúcar fresca, em relação à silagem de cana-de-açúcar podem ser de -6,9 e 17,1 unidades percentuais, respectivamente.

A variação de matéria seca evidencia a redução dessa fração em relação ao seu teor inicial, e indica a intensidade da atividade de leveduras, que produzem gás carbônico durante a fermentação, com significativas perdas por gases durante a ensilagem de cana-de-açúcar (AMARAL et al. 2009).

Tabela 1. Variações dos teores de matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN) de cana-de-açúcar fresca e silagens em % da matéria seca.

Fonte	Forragem fresca		Silagem		Variação	
	MS	FDN	MS	FDN	MS	FDN
Sousa et al. (2008)	31,1	48,7	22,5	68,1	-8,6	+19,4
Bernardes et al. (2007)	27,3	42,1	20,9	54,9	-6,4	+12,8
Pedroso et al. (2007)	29,3	55,3	25,4	64,5	-3,4	+9,2
Siqueira et al. (2007b)	35,2	52,1	27,4	75,3	-7,8	+23,2
Amaral et al. (2009)	37,3	54,1	28,3	68,7	-9,0	+14,6
Lopes e Evangelista (2010)	30,1	58,8	23,2	71,8	-6,9	+13,0
Ribeiro et al. (2010)	27,5	45,5	19,4	74,5	-8,1	+29,0
Ribeiro et al. (2010)	26,2	51,9	18,1	65,0	-8,1	+13,1
Schmidt et al. (2011)	32,5	49,5	29,5	69,5	-3,0	+20,0
Média	30,7	50,9	23,9	68,0	-6,9	+17,1

Na avaliação da ensilagem de cana-de-açúcar com o uso de aditivos químicos e bacterianos, Siqueira et al. (2007b), na ensilagem de cana-de-açúcar concluíram que em virtude das grandes alterações no valor nutritivo da forragem, é necessária a presença de algum aditivo no processo de ensilagem.

2.2. Efeito da queima da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar apresenta o ponto de maturação fisiológica na época seca do ano, um dos motivos que a torna uma cultura interessante para a utilização como

volumoso suplementar. Porém, nesta época o risco de fogo acidental é grande devido à baixa umidade relativa do ar.

A maioria dos estudos que avaliaram o efeito da queima do canavial sobre a qualidade da cana-de-açúcar foram realizados com o objetivo de analisar a cana-de-açúcar para indústria de açúcar e álcool. Barbieri e Silva (2008) afirmaram que a temperatura e o tempo de passagem do fogo no canavial são importantes, pois esses influenciam diretamente a intensidade do processo de exsudação do caldo nos colmos após a queima. A solução açucarada exsudada torna-se bom meio de cultura para o crescimento microbiano, apesar do fogo inicialmente reduzir a velocidade deste crescimento. Ripoli e Ripoli (2004) afirmaram que não há como queimar cana, sem afetar os colmos e ocasionar perdas de sacarose por exsudação, pois a temperatura ambiente entre os colmos atinge 600 a 900°C em 15 a 20 segundos, causando choque térmico que ocasionam microfissuras na casca levando a uma lenta exsudação do caldo, nas 24 a 48 horas seguintes.

Segundo Segato e Pereira (2006) a queima normalmente é realizada na tarde do dia anterior ou na madrugada que antecede o corte, pois as temperaturas noturnas são mais baixas e evitam o excesso de exsudação ou rompimento da parede do colmo. Porém, quando se trata de incêndios acidentais o horário não é previsto podendo ocorrer no período em que a temperatura é mais elevada acarretando em maior exsudação devido ao rompimento da parede do colmo.

Na avaliação dos efeitos do fogo na ensilagem de cana-de-açúcar, Bernardes et al. (2007) constataram que 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) em comparação a silagens de cana-de-açúcar *in natura*. Tal fato demonstra que a presença de açúcares na face exterior, devido às fissuras no colmo causadas pelo efeito da queima, aumentou a contaminação por este grupo de microrganismos e conseqüentemente maior concentração de etanol.

Silagens de cana-de-açúcar queimada apresentam maiores perdas e alterações fermentativas e nutricionais do que as silagens de cana-de-açúcar *in natura*, e a possível potencialização da perda por gases nas silagens de cana-de-açúcar queimada pode ser atribuída à maior concentração de açúcares nessas

silagens, devido à retirada da palha, e também à quebra de sacarose em glicose mais frutose, que são açúcares simples. O aumento na produção de efluente também foi justificado, devido à queima da palha, que poderia atuar como aditivo sequestrante de umidade (Siqueira et al., 2011a).

Em estudo pioneiro na avaliação do tempo após a queima no processo de ensilagem de cana-de-açúcar, Roth et al. (2010a) observaram aumento na população de leveduras com o tempo após a queima e conseqüentemente alterações no valor nutritivo na cana-de-açúcar.

Na avaliação do tempo após a queima no processo de ensilagem, Roth (2009) observou que a concentração dos açúcares totais, medida em graus Brix, não foi alterada com o decorrer do tempo após a queima, porém ocorreram alterações na composição dos sólidos solúveis totais, aumento no teor de açúcares redutores e redução no teor de sacarose com o decorrer do tempo após a queima. A autora atribui esse fato à ação de invertases capazes de inverter a sacarose em glicose e frutose (açúcares redutores), e a atividade dessa enzima pode ter sido estimulada através das altas temperaturas que ocorreram durante a queima do canavial.

A presença de açúcares redutores (glicose e frutose) pode facilitar a fermentação alcoólica pelas leveduras, pois segundo Walker (1998) algumas espécies de leveduras possuem invertase, enzima capaz de degradar a sacarose, enquanto outras cepas, por não possuírem essa enzima, ficariam limitadas à fermentação desse dissacarídeo. Roth (2009) concluiu que em seu estudo ficou evidente que a elevação no teor de açúcares redutores poderia promover o aumento da população de leveduras. Além da inversão da sacarose em açúcares redutores, a autora coloca outro fato que pode ser responsável pela elevação da população de leveduras. A elevação da temperatura durante a queima destrói a camada de cera que envolve a parede celular, e provoca rachaduras no colmo e conseqüente exsudação de conteúdo celular (açúcares), aumentando a contaminação microbiana.

O aumento na concentração de açúcares redutores pode acarretar em maiores perdas de matéria seca, devido ao fato de glicose e frutose possuírem taxas de fermentação no silo por leveduras e pela maioria dos microrganismos heteroláticos superiores à da sacarose, podendo gerar maiores quantidades de CO₂ (McDONALD; HENDERSON; HERON, 1991).

Após extensa revisão Siqueira et al. (2011d) recomendam ensilar a cana-de-açúcar após a queima, caso o produtor necessite utilizar esse recurso forrageiro por extenso período de tempo, a janela de corte da cana-de-açúcar para alimentação de bovinos de corte é de 10 dias após a queima com base nas informações existentes até o momento, no caso de bovinos de leite estudos comprobatórios dessa hipótese precisam ser realizados.

2.3. Uso do óxido de cálcio na ensilagem da cana-de-açúcar

O processo de ensilagem da cana-de-açúcar acarreta em elevadas perdas de matéria seca e aumento no teor da fração fibrosa, a qual é de baixa digestibilidade, reduzindo assim o valor nutritivo da forragem. Quando ensilada, a cana-de-açúcar queimada a intensidade das perdas tende a ser maior. Siqueira et al. (2010), Roth et al. (2010b), Siqueira et al. (2011a,b) observaram maiores perdas de matéria seca em silagens de cana-de-açúcar queimada quando comparadas as silagens da planta *in natura*, ambas sem aditivo. Todavia, quando foram adequadamente controladas com aditivos moduladores de fermentação, na maioria das vezes não foram observadas diferenças entre silagens de cana-de-açúcar *in natura* ou queimada.

Siqueira et al. (2011d) destacam que na ensilagem de cana-de-açúcar, e principalmente se a silagem for de cana-de-açúcar queimada, aditivos controladores de fermentação que atuam sobre o metabolismo de leveduras são de uso obrigatório.

A utilização de vários aditivos, com o principal objetivo de controlar a fermentação realizada por leveduras, pode ser constatada na literatura como ureia (SCHMITD et al. 2007; PEDROSO et al., 2011; PEDROSO et al., 2007; FERREIRA et al., 2007), benzoato de sódio (SCHMITD et al. 2007; PEDROSO et al., 2011; PEDROSO et al., 2007; SIQUEIRA et al, 2007a), carbonato de cálcio (SANTOS et al., 2008), hidróxido de sódio (SIQUEIRA et al., 2007a; PEDROSO et al., 2007), *Lactobacillus buchneri* (PEDROSO et al., 2007; SOUSA et al., 2008; PEDROSO et al., 2011; SIQUEIRA et al. 2011a), óxido de cálcio (BALIEIRO NETO et al., 2007; SANTOS et al., 2008; SIQUEIRA et al. 2011b) dentre outros.

A utilização de aditivos químicos, principalmente os alcalinizantes do meio, tem se destacado no processo de conservação da cana-de-açúcar (AMARAL e al.,

2009). Esses aditivos interferem na dinâmica fermentativa, alterando o pH e a pressão osmótica da massa de forragem e, por conseguinte, inibindo o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis durante a fermentação do material ensilado (SANTOS, 2007).

O óxido de cálcio (cal virgem micropulverizada) pode reduzir os constituintes da parede celular por hidrólise alcalina e contribuir para a preservação de nutrientes solúveis por inibir o desenvolvimento de leveduras que atuam sobre a massa ensilada, amenizando a perda de valor nutritivo durante a ensilagem e após a abertura do silo (BALIEIRO NETO et al., 2007).

Ao avaliar doses crescentes de óxido de cálcio (0%; 0,5%; 1,0% e 2% na matéria natural) Balieiro Neto et al. (2007) concluíram que a utilização do aditivo promoveu redução nos teores de fibra, aumento de digestibilidade e incremento da preservação de carboidratos não fibrosos após a abertura do silo.

O tratamento de silagens de cana-de-açúcar com aditivos químicos alcalinizantes (cal virgem ou calcário) diminui as perdas inerentes ao processo de conservação. Amaral et al. (2009) observaram redução na produção de etanol (1,2% com cal, 1,2% com calcário e 4,3% sem aditivo), nas perdas gasosas (13,2% com cal, 7,9% com calcário e 21,4% sem aditivo) e maiores valores de carboidratos solúveis (4,4% com cal, 6,0% com calcário e 2,9% sem aditivo). Os autores colocam que possivelmente a ação alcalinizante do aditivo, por meio da elevação dos valores de pH no momento da ensilagem (10,6 com cal, 8,0 com calcário e 5,4 sem aditivo) e pela capacidade de aumento na pressão osmótica do meio, fez com que o ambiente antes favorável ao desenvolvimento de leveduras se tornou inapropriado, reduzindo as perdas.

O uso de aditivos, contudo, nem sempre vem acompanhado de melhora no desempenho de animais recebendo silagens tratadas. Se o aditivo for capaz de alterar significativamente o padrão de fermentação das silagens, reduzindo as perdas totais e aumentando a recuperação de matéria seca de forma economicamente viável, sua utilização provavelmente já se torna justificável, mesmo sem promover alterações no desempenho animal (SANTOS, 2007).

2.4. Utilização de silagem de cana-de-açúcar na alimentação animal

A cultura da cana-de-açúcar demonstra-se uma alternativa interessante para alimentação animal devido a elevada produção de matéria seca e a época de maturação coincidir com a época seca do ano, onde a forragem disponível no pasto apresenta restrições de ordem qualitativa e quantitativa.

A utilização da cana-de-açúcar no passado já sofreu muito preconceito em relação à problemática do baixo teor de proteína bruta e teores consideráveis de uma fibra de baixa qualidade. A capacidade da cana-de-açúcar em fixar carbono com baixa exigência em nitrogênio, citando como a principal vantagem, que é a produtividade de massa seca, seria perdida caso a melhora qualitativa da cana-de-açúcar fosse baseada no aumento do teor proteico (Siqueira et al., 2011c). Os conceitos foram se modificando, e o pecuarista passou a entender que a cana-de-açúcar é fonte de energia, ao invés de ser criticado pelo baixo teor de proteína (SIQUEIRA et al., 2007c).

Atualmente alguns trabalhos (SCHIMIDT et al., 2006; PEDROSO et al., 2011; ROMAN et al., 2011) têm demonstrado resultados positivos com a utilização de cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes, levando sempre em consideração suas limitações de uso, através da formulação de dietas balanceadas, sabendo-se que a cana-de-açúcar não pode simplesmente substituir alguns volumosos utilizados tradicionalmente, como, por exemplo, as silagens de milho e sorgo.

Alguns trabalhos começaram a demonstrar que a cana-de-açúcar poderia ser utilizada para animais de alta produção. Corrêa et al. (2003) avaliando vacas com produção de 32 kg de leite/dia foram alimentadas com rações contendo 45% de cana-de-açúcar *in natura*. Porém, após levantar esse ponto, Siqueira et al. (2011d) ressaltaram que é incontestável que essa forrageira apresenta limitações nutricionais, mas as grandes questões são: adequar o manejo varietal, agrônômico e de colheita, bem como proceder aos ajustes necessários na formulação das dietas.

Na avaliação dos efeitos de aditivos químicos e inoculante bacteriano na ensilagem de cana-de-açúcar sobre a fermentação das silagens e o desempenho de tourinhos Canchim, Pedroso et al. (2011) observaram ganho médio de 1,75 kg/dia. Os autores não observaram diferenças entre os tratamentos quando avaliaram os parâmetros de ganho de peso e consumo diário, porém observaram efeito do uso de

aditivos no controle da fermentação por leveduras durante o processo de ensilagem. Os autores justificam que os efeitos positivos da utilização de aditivos na fermentação de silagens de cana-de-açúcar podem não se traduzir em melhoria no ganho de peso e consumo de matéria seca se as rações forem preparadas com alta proporção de concentrado (relação de volumoso:concentrado de 35:65). Ressaltando que neste caso, o benefício do uso de aditivos deve ser avaliado em função da provável redução no custo da forragem, decorrente da diminuição de perdas.

No estudo do desempenho de tourinhos Nelores alimentados com cana-de-açúcar *in natura* ou silagens de cana-de-açúcar inoculadas com *Lactobacillus buchneri*, e rações contendo 40% de volumoso, Mari (2008) não observou diferenças no ganho de peso diário (0,896 kg/dia) e ingestão de matéria seca (8,54 kg/dia).

Na alimentação de novilhos em confinamento de terminação, Roman et al. (2011) compararam a utilização de silagem de milho e silagem de cana-de-açúcar. A inclusão da silagem de cana-de-açúcar foi de 35% na dieta e da silagem de milho de 43%. Foi observado maior consumo pelos animais alimentados com silagem de milho (10,51 kg MS/dia) em comparação aos alimentados com silagem de cana-de-açúcar (10,08 kg MS/dia). Contudo, o desempenho não apresentou diferença significativa, sendo observado ganho em peso de 1,445 e 1,475 kg/dia pelos animais alimentados com silagem de cana-de-açúcar e de milho, respectivamente.

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 (SCHMIDT, 2008). Além de ainda não ter sido avaliado o desempenho de animais que receberam silagens de cana-de-açúcar após a queima acidental do canavial.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCON. 2012. Levantamento da ASSOCON Sobre o Sistema de Produção em Confinamento no Brasil. Disponível em: <<http://www.assocon.com.br/wordpress/wp-content/uploads/2012/12/Levantamento-sobre-Confinamento-ASSOCON-2012.pdf>> . Acesso em: 10 janeiro 2013.
- AMARAL, R.C.; PIRES, A.V.; SUSIN, I.; NUSSIO, L.G.; MENDES, C.Q.; GASTALDELLO JUNIOR, A.L. Cana-de-açúcar ensilada com ou sem aditivos químicos: fermentação e composição química. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1413-1421, 2009.
- BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; NOGUEIRA, J.R.; ROTH, M.T.P.; ROTH, A.P.T.P. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 1231-1239, 2007.
- BARBIERI, V.; SILVA, F.C. da. Influência da queima nas temperaturas dos colmos da cana-de-açúcar e da superfície do solo. **HOLOS Environment**, v. 8, n. 1, p. 45, 2008.
- BERNARDES, T.F.; REIS, R.A.; SIQUEIRA, G. R.; BERCHIELLI, T.T.; COAN, R.M. Avaliação da queima e da adição de milho desintegrado com palha e sabugo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 2, p. 269-275, 2007.
- 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, n.4, p.221-229, 2003.
- EVANGELISTA, A.R.; SIQUEIRA, G.R.; LIMA, J.A.; LOPES, J.; REZENDE, A.V. Alterações bromatológicas e fermentativas durante o armazenamento de silagens de cana-de-açúcar com e sem milho desintegrado com palha e sabugo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.20-26, 2009.
- FERREIRA, D.A.; GONÇALVES, L.C.; MOLINA, L.R.; CASTRO NETO, A.G.; TOMICH, T.R. 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.
- 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, p.1155-1161, 2007.

- LOPES, J.L.; EVANGELISTA, A.R. Características bromatológicas, fermentativas e população de leveduras de silagens de cana-de-açúcar acrescidas de ureia e aditivos absorventes de umidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.39, n.5, p.984-991, 2010.
- 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. 340p.
- MILLEN, D.D.; PACHECO, R.D.L.; ARRIGONI, M.D.B.; GALYEAN, M.L.; VASCONCELOS, J.T. A snapshot of management practice and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal of animal science**. v.87, p.3427-3439, 2009.
- MILLEN, D.D.; PACHECO, R.D.L.; MEYER, P.M.; RODRIGUES, P.H.M.; ARRIGONI, A.B. Current outlook and future perspectives of beef production in Brazil. **Animal Frontiers**. v.1, n.2, p.46-51, 2011.
- 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, 2003a. p.1-14.
- 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, 2003b. p. 49-72.
- PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; LOURES, D.R.S.; PAZIANI, S.F.; IGARASI, M.S.; COELHO, R.M.; HORII, J.; RODRIGUES, A.A. 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. 556-564, 2007.
- PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F.; LOURES, D.R.S.; IGARASI, M.S.; COELHO, R.M.; PACKER, I.H.; HORII, J.; GOMES, L.H. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agricola**, v.62, n.5, p.427-432, 2005.
- PEDROSO, A.F.; RODRIGUES, A.A.; BARIONI JÚNIOR, W.; BARBOSA, P.F.; SANTOS, F.A.P.; NUSSIO, L.G. Aditivos químicos e inoculante bacteriano na ensilagem de cana-de-açúcar: efeitos sobre a fermentação das silagens e o desempenho de garrotes. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.40, n.6, p.1181-1187, 2011.

- 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
- RIBEIRO, L.S.O.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; SANTOS, A.B.; FERREIRA, A.R.; BONOMO, P.; SILVA, F.F. Composição química e perdas fermentativas de silagem de cana-de-açúcar tratada com uréia ou hidróxido de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.39, n.9, p.1911-1916, 2010.
- RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C. **Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente**. Piracicaba: FEALq, 2004, 302p.
- ROMAN, J.; JOBIM, C.C.; RESENDE, F.D.; SIQUEIRA, G.R.; FARIA, M.H.; OLIVEIRA NETO, R.A. Performance of finishing beef cattle fed different diets containing whole-crop maize silage or sugarcane silage. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.3, p.682-689, 2011.
- ROOKE, J.A.; HATFIELD, R.D. Biochemistry of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.) **Silage science and technology**. Madison: American Society of Agronomy; Crop Science Society of America; Soil Science Society of America, 2003. p.251-304
- ROTH, A.P.T.P. **Cana-de-açúcar *in natura* e queimada ensilada com cal virgem e diferentes tempos após a queima**. 2009, 62f Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, 2009.
- ROTH, A.P.T.P.; REIS, R.A.; SIQUEIRA, G.R.; BASSO, F.C.; CASTRO, J.A.M.; FERNANDES, R.M. Perdas durante o processo fermentativo e estabilidade aeróbia de silagens de cana-de-açúcar *in natura* ou queimada, com ou sem a adição de cal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47, 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010b. CD-ROM.
- ROTH, A.P.T.P.; REIS, R.A.; SIQUEIRA, G.R.; ROTH, M.T.P.; RESENDE, F.D.; MONTEIRO, R.R. Sugarcane silage production treated with additives at different times post burning. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.39, n.1, p.88-96, 2010a.
- SANTOS, M.C. **Aditivos químicos para o tratamento da cana-de-açúcar *in natura* e ensilada (*Saccharum officinarum* L.)**. 2007. 112f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/ Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.
- SANTOS, M.C.; NUSSIO, L.G.; MOURÃO, G.B.; SCHMIDT, P.; MARI, L.J.; RIBEIRO, J.L. Influência da utilização de aditivos químicos no perfil da fermentação, no valor nutritivo e nas perdas de silagens de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 37, n. 9, p.1555-1563, 2008.

- SCHMIDT, P.; NUSSIO, L.G.; MARI, L.J.; RIBEIRO, J.L.; OLIVEIRA, J.E.; SANTOS, M.C.; MOURÃO, G.B.; QUEIROZ, O.C.M.; SARTUTI, J.O.; ZOPOLLATO, M. Desempenho de novilhas de corte alimentadas com rações contendo silagens de cana-de-açúcar de duas variedades, aditivadas com cal virgem. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 43, 2006. João Pessoa. **Anais...João Pessoa**: SBZ, 2006, 1 CD-ROM
- 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.; PEDROSO, A.F.; PAZIANI, S.F.; WECHSLER, F.S. Composição química das silagens, ingestão, digestibilidade e comportamento ingestivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, n.5, p.1666-1675, 2007 (supl.)
- SCHMIDT, P.; ROSSI JUNIOR, P.; JUNGES, D.; DIAS, L.T.; ALMEIDA, R.; MARI, L.J. Novos aditivos microbianos na ensilagem de cana-de-açúcar: composição bromatológica, perdas fermentativas, componentes voláteis e estabilidade aeróbia. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.40, n.3, p.543-549, 2011.
- SEGATO, S.V.; PEREIRA, L.L. Colheita da cana-de-açúcar: corte manual. In: SEGATO, S.V. et al. (Eds) **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba:CP 2, 2006.p.319-332.
- 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, 2007c. p.165-227.
- SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P. PIRES, A.J.V.; BERNARDES, T.F.; AMARAL, R.C. 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.; BERNARDES, T.F.; PIRES, A.J.V.; ROTH, M.T.P.; ROTH, A.P.T.P. Associação entre aditivos químicos e bacterianos na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.269-275, 2007b.
- SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; PIRES, A.J.V.; BERNARDES, T.F.; ROTH, M.T.P. Queima e aditivos químicos e bacterianos na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.103-112, 2010.
- SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; ROTH, A.P.T.P.; ROTH, M.T.P.; RESENDE, F.D. Perfil fermentativo de silagens de cana-de-

açúcar *in natura* ou queimada e tratadas ou não com *Lactobacillus buchneri*. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.40, n.8, p.1651-1661, 2011a.

SIQUEIRA, G.R.; RESENDE, F.D.; ROMAN, J.; BERNARDES, T.F. 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.; ROTH, A.P.T.P.; ROTH, M.T.P.; BERNARDES, T.F.; REIS, R.A. Silagem de cana-de-açúcar queimada: manejo da ensilagem e desempenho de bovinos. In: EVANGELISTA, A.R. et al. (Eds) **Forragicultura e pastagens: Temas em evidência- As forrageiras e suas relações com o solo, ambiente e o animal**. Lavras:Suprema Gráfica e Editora, 2011d. p.173-195.

SIQUEIRA, G.R.; ROTH, M.T.P.; MORETTI, M.H.; BENATTI, J.M.B.; RESENDE, F.D. Uso da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. In: XXI CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA. Maceió: ABZ, 2011c. CDROM.

SIQUEIRA, G.R.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; ROTH, A.P.T.P.; DOMINGUES, F.N.; FERRAUDO, A.S.; REIS, R.A. Óxido de cálcio e *Lactobacillus buchneri* NCIMB 40788 na ensilagem de cana-de-açúcar *in natura* ou queimada. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.40, n.11, p.2347-2358, 2011b.

SOUSA, D.P.; MATTOS, W.R.S.; NUSSIO, L.G.; MARI, L.J.; RIBEIRO, J.L.; SANTOS, M.C. 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.

USDA. 2012. Livestock and Poultry: World Markets and Trade. United States Department of Agriculture. Disponível em:<<http://usda01.library.cornell.edu/usda/current/livestock-poultry-ma/livestock-poultry-ma-10-18-2012.pdf>> . Acesso em: 20 novembro 2012.

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

CAPÍTULO 2 – Óxido de cálcio em silagens de cana-de-açúcar *in natura* ou queimada e colhida com 1 ou 10 dias após a queima

RESUMO – Objetivou-se avaliar estratégias de manejo (queima ou não) e utilização de aditivo (óxido de cálcio) sobre a composição química da cana-de-açúcar no momento da ensilagem, as perdas ocorridas durante a fermentação, às características químicas e fermentativas na abertura dos silos e sobre a estabilidade aeróbia das silagens. A variedade utilizada foi a IAC 86-2480. A queima do canavial foi realizada no final da tarde do dia anterior ao primeiro dia de corte. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 3 sendo um fator o aditivo (sem e com 1 % de óxido de cálcio) e o outro o manejo pré-colheita (*in natura* e queimada e colhida com 1 ou 10 dias após a queima) com quatro repetições por tratamento. Os tratamentos avaliados foram: silagens de cana-de-açúcar *in natura* tratada ou não com 1% de óxido de cálcio, silagens de cana-de-açúcar queimada e colhida com 1 dia após a queima tratada ou não com 1% de óxido de cálcio, e silagens de cana-de-açúcar queimada e colhida com 10 dias após a queima tratada ou não com 1% de óxido de cálcio. Na forragem fresca foram avaliados os seguintes parâmetros: matéria seca (MS), matéria mineral (MM) fibra em detergente neutro e ácido (FDN e FDA), proteína bruta (PB) e lignina (LIG). Decorridos 60 dias de fermentação, os silos experimentais foram abertos e os parâmetros avaliados foram os seguintes: recuperação de matéria seca (RMS), MS, MM, perdas por gás (PG), produção de efluente (EFLU), FDN, FDA, PB e LIG. Na avaliação da estabilidade aeróbia foram avaliados o somatório do acúmulo de temperatura diária em 5 e 9 dias de exposição aeróbia, tempo para as silagens atingirem a temperatura máxima. O processo de queima reduziu os teores de MS em média 34 g/kg, FDN 137 g/kg, FDA 71 g/kg e LIG 9 g/kg. A adição do óxido de cálcio elevou os teores de MM da cana-de-açúcar em média 30 g/kg. As silagens de cana-de-açúcar *in natura* apresentaram os maiores teores de MS (275 g/kg) e FDN (694 g/kg) e as menores EFLU (6 kg/t) e PG (124 g/kg) resultando em maiores RMS (822 g/kg). O tratamento com óxido de cálcio nas silagens de cana-de-açúcar, independente do manejo, aumentou os teores de MS em média 39 g/kg e RMS 151 g/kg e reduziu as PG em média 84 g/kg e teores de FDN 147 g/kg. Não houve efeito de manejo ($P=0,114$) e uso de aditivo ($P=0,588$) na quebra da estabilidade aeróbia das silagens (23 horas). O óxido de cálcio reduziu o acúmulo da temperatura diária com 5 e 9 dias, a temperatura máxima e o tempo para atingir a temperatura máxima da silagem de cana-de-açúcar *in natura*. Silagens de cana-de-açúcar queimada são mais propensas às perdas que silagens de cana-de-açúcar *in natura*. As silagens confeccionadas com cana-de-açúcar queimada e colhida com 1 ou 10 dias são semelhantes. O óxido de cálcio é eficiente em controlar perdas fermentativas e alterações de silagens de cana-de-açúcar *in natura* e queimada.

Palavras-chave: aditivo, composição química, ensilagem, estabilidade aeróbia, perdas

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é o volumoso utilizado em 32,3% dos confinamentos no Brasil (MILLEN et al., 2009), na maioria das vezes na forma *in natura*, cortada e picada diariamente. A adoção desse volumoso é principalmente devido a sua característica de alta produtividade (80 a 120 toneladas de matéria verde por hectare) e ponto de maturação ser na época seca do ano. Porém, neste período o risco do fogo acidental ou queima não programada é elevado. A ensilagem da cana-de-açúcar apresenta-se como única alternativa para manter o estoque da forrageira após a queima. Além do risco do fogo, outras justificativas são citadas para ensilar cana-de-açúcar: facilidade no manejo do talhão, não necessidade do corte diário, evitar sobra de um ano para outro, entre outras.

A confecção de silagem requer planejamento, porém quando se trata da queima acidental do canavial o planejamento prévio fica comprometido. Analisando essa situação Roth et al. (2010), avaliaram o efeito do tempo após a queima do canavial sobre a produção e qualidade da silagem. Os autores averiguaram que o tempo após a queima altera o valor nutritivo da cana-de-açúcar fresca e de suas silagens, assim como a magnitude das perdas do processo de ensilagem.

Em revisão Siqueira et al. (2011c) levantaram alguns questionamentos sobre silagem de cana-de-açúcar queimada, dentre eles o tempo após a queima do canavial foi colocado como variável chave. Os autores, com base no conhecimento existente, inferiram que 10 dias após a queima do canavial seria o tempo máximo que a cana-de-açúcar estaria apta para ser colhida e destacam sobre a necessidade de realização de mais trabalhos para maior sustentação científica dessa afirmação.

A ensilagem da cana-de-açúcar sem aditivos, *in natura* ou queimada, é uma estratégia que ocasiona elevadas perdas, que podem ser evitadas com o uso de aditivos (SIQUEIRA et al., 2010). Quando comparadas silagens de cana-de-açúcar queimada em relação a silagens de cana-de-açúcar *in natura*, as perdas e alterações fermentativas e nutricionais são maiores nas silagens de cana-de-açúcar queimada (SIQUEIRA et al., 2011a). Sendo assim, a preocupação com o controle da fermentação nessas silagens deve ser maior.

Estudos tem mostrado que o óxido de cálcio é um aditivo eficiente no controle da fermentação alcoólica de silagens de cana-de-açúcar *in natura* e queimada (BALIEIRO NETO et al., 2009; SIQUEIRA et al., 2011b; SANTOS et al., 2008). Porém, são raros os estudos que interagiram o tempo após a queima e o uso de aditivos para auxiliar no controle fermentativo de silagens de cana-de-açúcar.

Objetivou-se avaliar estratégias de manejo (queima ou não do canavial e tempo após a queima) e utilização de aditivo (óxido de cálcio) sobre a composição da cana-de-açúcar no momento da ensilagem, as perdas ocorridas durante a fermentação, às características químicas e fermentativas na abertura dos silos e sobre a estabilidade aeróbia das silagens.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp Câmpus de Jaboticabal e no Pólo Regional do Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da Alta Mogiana – Colina, SP.

2.1. ENSILAGEM

A variedade de cana-de-açúcar utilizada foi a IAC 86-2480 que apresentava 12 meses de crescimento vegetativo (quarto corte) e produção média de 80 t de matéria natural por ha no momento da queima. A queima do canavial foi realizada no final da tarde do dia anterior ao primeiro dia de corte. A forragem foi colhida mecanicamente por ensiladeira da marca JF modelo Z-6.

Na a confecção dos silos experimentais foram utilizados baldes plásticos com capacidade de 20 L, fechados com tampa plástica e lacrados com fita adesiva. 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.

Foram utilizados soquete para a compactação da forragem alcançando a massa específica média de $775 \pm 9 \text{ kg/m}^3$ de matéria natural nas silagens de cana-de-açúcar queimada e de $503 \pm 17 \text{ kg/m}^3$ de matéria natural nas silagens de cana-de-açúcar *in natura*. Cabe salientar que a diferença na massa específica entre silagens de cana-de-açúcar queimada e *in natura* é normal. Essa magnitude de diferença foi observada nos trabalhos de Siqueira et al. (2011a) e Siqueira et al. (2011b).

O óxido de cálcio foi aplicado na forma seca (pó), na dose de 1% na matéria natural, baseado no estudo de Balieiro et. al (2007). Na a aplicação do aditivo foram feitos montes da forragem com quantidade suficiente para a confecção de 4 silos experimentais e amostra de aproximadamente 1 kg, em que foi pulverizado e homogeneizado o óxido de cálcio imediatamente antes da ensilagem do material.

O início da colheita da cana-de-açúcar foi realizado no dia 11 de agosto de 2008, nessa data foi colhida à cana-de-açúcar *in natura* e confeccionados os silos experimentais com essa forragem. No mesmo dia, no final da tarde, foi queimado o

talhão, que posteriormente, nas datas adequadas foi colhido para os demais tratamentos.

Os tratamentos consistiram da utilização do óxido de cálcio na ensilagem de cana-de-açúcar com diferentes manejos pré-colheita (*in natura*, 1 dia após a queima e 10 dias após a queima). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial (2 x 3) sendo um fator o aditivo (sem e com óxido de cálcio) e o outro o manejo pré-colheita (*in natura*, queimada e colhida 1 ou 10 dias após a queima) com quatro repetições por tratamento, sendo:

Os tratamentos utilizados foram os seguintes:

- 1- Cana-de-açúcar *in natura* sem óxido de cálcio
- 2- Cana-de-açúcar *in natura* + 1,0% de óxido de cálcio
- 3- Cana-de-açúcar queimada e colhida com 1 dia após a queima sem óxido de cálcio
- 4- Cana-de-açúcar queimada e colhida com 1 dia após a queima + 1,0% de óxido de cálcio
- 5- Cana-de-açúcar queimada e colhida com 10 dias após a queima sem óxido de cálcio
- 6- Cana-de-açúcar queimada e colhida com 10 dias após a queima + 1,0% de óxido de cálcio

2.2. AMOSTRAGENS E AVALIAÇÕES QUÍMICO-BROMATOLÓGICAS

As amostras da forragem antes da ensilagem foram retiradas de forma que representassem cada silo experimental, e no momento da abertura foi retirada uma amostra de cada silo experimental confeccionado. Cada amostra foi dividida em duas sub-amostras. Uma das sub-amostras foi pesada e levada para estufa de ventilação forçada a 55°C durante 72 horas. Após esse período as amostras foram novamente pesadas, moídas em moinho de faca até o tamanho das partículas atingirem 1 mm e armazenadas em potes de plástico para utilização posterior nas análises.

Os teores de matéria seca (MS) foram determinados de acordo com o método n°. 943.01 (AOAC, 1990), matéria mineral (MM) de acordo com o método n°. 924.05 (AOAC, 1990), proteína bruta (PB) obtida pelo nitrogênio total, de acordo com o

método Kjeldahl, método no. 920.87 (AOAC, 1990). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) foram avaliados pelo método sequencial segundo as técnicas descritas por Robertson e 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). Na determinação da celulose foi utilizado o ácido sulfúrico a 72% (VAN SOEST, 1994), enquanto os teores de lignina foram calculados por diferença entre FDA e celulose.

A outra sub-amostra foi processada, segundo a metodologia descrita por Kung Jr. (1996) foi pesada 25 g de amostra úmida e processada com 225 mL de água destilada em liquidificador durante 1 minuto. Em seguida a amostra foi filtrada e o extrato líquido armazenado em congelador (- 5°C) até o momento das análises. O pH foi determinado no extrato antes da filtragem com o uso do potenciômetro. A determinação do ácido acético foi feita segundo a metodologia descrita por Palmquist e Conrad (1971) em cromatógrafo líquido gasoso (Hewlett Packard® 5890 series II) equipado com braço mecânico HP Integrator 3396 series II (Hewlett Packard company®). O gás de arraste e os comburentes foram nitrogênio, hidrogênio e oxigênio, respectivamente, nas vazões de 20, 30 e 400 mL/minuto. As temperaturas do injetor, do detector e da coluna foram de 150, 190 e 115° C, respectivamente.

2.3. DETERMINAÇÕES DAS PERDAS

Após a confecção, os silos foram pesados e armazenados em local coberto sem controle de temperatura. Passados 60 dias os silos foram novamente pesados e abertos. As pesagens foram realizadas para a quantificação de perdas por gás, recuperação de matéria seca e produção de efluente, que foram calculadas pelas equações descritas abaixo.

A determinação da perda por gases foi calculada pela seguinte fórmula:

$PG = (PSI - PSF) / MSI * 1000$, sendo:

PG: produção de gases (g/kg),

PSI: peso do silo no momento da ensilagem (kg),

PSF: peso do silo no momento da abertura (kg),

MSI: matéria seca ensilada (quantidade de forragem (kg) * % matéria seca)

A recuperação da matéria seca foi calculada pela seguinte fórmula:

$RMS = MSF/MSI*1000$, sendo:

RMS: recuperação da matéria seca (g/kg)

MSF: matéria seca no momento da abertura (quantidade de silagem (kg) * % matéria seca),

MSI: matéria seca ensilada (quantidade de forragem (kg) * % matéria seca).

A produção de efluente foi calculada pela seguinte fórmula:

$PE = (PSAF - PSAI)/MNI*1000$, sendo:

PE: produção de efluente (kg/t de matéria verde),

PSAF: peso do conjunto silo, areia, tela e náilon após a abertura (kg),

PSAI: peso do conjunto silo, areia, tela e náilon antes da ensilagem (kg),

MNI: quantidade de forragem ensilada (kg).

2.4. AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE AERÓBIA

Após a abertura dos silos, uma amostra de aproximadamente 3 kg de silagem foi colocada em baldes plásticos com capacidade de 7 litros e estes foram armazenados em uma sala a temperatura ambiente, para avaliação da estabilidade aeróbia. As temperaturas do ambiente e das silagens durante a exposição aeróbia foram lidas a cada 30 minutos por meio de equipamento de datalogger espalhados pela sala e inserido no meio da silagem. A estabilidade aeróbia foi calculada como o tempo gasto em horas, para a silagem elevar em 2°C a temperatura acima daquela do ambiente (KUNG JR. et al., 1998).

Os somatórios do acúmulo de temperatura diária foram calculados pelo somatório da diferença entre a temperatura da silagem e do ambiente após cinco e nove dias de exposição aeróbia. Também foi avaliado o tempo, em horas, gasto para atingir a maior temperatura da silagem e a maior diferença de temperatura entre a silagem e o ambiente (CONAGHAN; O'KIELY; MARA, 2010).

Após 3, 6 e 9 dias de exposição ao ar foram retiradas amostras para a medida de pH das silagens. A amostra foi processada, segundo a metodologia descrita por Kung Jr. (1996) , foi pesada 25 g de amostra úmida e processada com 225 mL de

água destilada em liquidificador durante 1 minuto, para determinação do pH com o uso do potenciômetro.

2.5. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram analisados em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial com 2 fatores, 2 aditivos (sem e com óxido de cálcio – com 1 grau de liberdade - GL) x 3 manejos (*in natura* e queimada e colhida com 1 ou 10 dias após a queima – com 2 GL) e sua interação com 2 GL, com quatro repetições por tratamento. Na análise estatística utilizou-se o procedimento MIXED do programa estatístico SAS, versão 9.0 (SAS, 2002). Quando significativa, as médias entre tratamentos foram comparadas usando a diferença mínima significativa de Fisher (i.e., a opção DIFF do comando LSMEANS). Significância foi declarada a $P \leq 0,05$. Quando significativas às interações foram analisadas utilizando-se o comando SLICE e as médias comparadas pelo teste de Fischer a 5%.

Na avaliação da variável pH durante a estabilidade aeróbia utilizou-se delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial com medidas repetidas no tempo. Utilizou-se o modelo misto com efeitos fixos de aditivo (1GL), manejo (2GL) e dias de avaliação (3GL) e suas interações. Avaliaram-se as estruturas de erro, e determinou-se a melhor matriz em função do critério de informação bayesiano (BIC).

As médias dos efeitos fixos (aditivo e manejo) foram comparadas usando a diferença mínima significativa de Fisher (i.e., a opção DIFF do comando LSMEANS). Significância foi declarada a $P \leq 0,05$. O efeito do tempo foi avaliado utilizando contrastes ortogonais para identificação do comportamento da resposta (linear, quadrático e cúbico), com significância declarada a $P \leq 0,05$. Após a determinação do comportamento da resposta, estimou-se a equação de regressão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a adição do óxido de cálcio houve aumento no teor de matéria mineral (Tabela 1), pois o aditivo contém elevados teores desta fração. Santos et al. (2008) também observaram aumentos significativos nos teores de cinza na cana-de-açúcar aditivadas com doses de óxido de cálcio e carbonato de cálcio (2,84 e 1,79 pontos percentuais).

O processo de queima provocou redução no teor de matéria seca (Tabela 2) da cana-de-açúcar antes da ensilagem, principalmente pela eliminação da palhada, que é uma fração com elevado teor de matéria seca. Siqueira et al. (2010) verificaram redução de 1,1 unidades percentuais na matéria seca da cana-de-açúcar após a queima, devido a eliminação da palhada.

Tabela 1. Teores de matéria mineral (g/kg), lignina (g/kg), proteína bruta (g/kg) e valores de pH da cana-de-açúcar antes da ensilagem, nas formas *in natura*, queimada e colhida com 1 e 10 dias após a queima aditivada ou não com 1,0% de óxido de cálcio

	Manejo			Óxido de cálcio		EPM	Efeito		
	IN	Q1dia	Q10dias	Sem	Com		M	OC	M*OC
MM	41,20	37,08	37,51	23,49 B	53,69 A	2,19	0,147	<0,01	0,254
LIG	35,36 a	23,36 c	29,16 b	25,77 B	32,84 A	2,60	<0,01	<0,01	0,665
PB	33,07 a	29,43 b	30,91 ab	32,20 A	30,07 B	1,23	0,027	0,048	0,329
pH	8,42 b	8,64 a	8,18 c	5,51 B	11,32 A	0,10	<0,01	<0,01	0,920

Médias seguidas pela mesma letra minúscula no manejo não diferem entre si ($P>0,05$)

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na utilização do óxido de cálcio não diferem entre si ($P>0,05$)

IN: cana-de-açúcar *in natura*, Q1 dia: cana-de-açúcar queimada e colhida com 1 dia após a queima, Q10 dias: cana-de-açúcar queimada e colhida com 10 dias após a queima, M: manejo, OC: óxido de cálcio, M*OC: interação entre o manejo e o uso do óxido de cálcio, EPM: erro padrão da média

Por outro lado, foi observado aumento no teor de matéria seca da cana-de-açúcar com o decorrer do tempo após a queima, o que pode ser explicado devido à perda de umidade da planta através da respiração e transpiração, que ocorre após a queima da planta, causadora de estresse na cana-de-açúcar. Efeito similar foi

encontrado por Roth et al. (2010) que observaram aumento no teor de matéria seca da cana-de-açúcar, com o decorrer do tempo após a queima.

A aplicação do óxido de cálcio elevou o teor de matéria seca da cana-de-açúcar queimada e colhida com 10 dias após a queima (Tabela 2), porém o aumento de 10 g/kg de matéria seca, biologicamente é baixo.

Com a queima do talhão de cana-de-açúcar ocorreu redução nos teores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido (Tabela 2). O tempo de permanência da cana-de-açúcar no campo após a queima elevou os teores de FDN e FDA. O efeito da queima eliminou a palha que contém elevado teor de fibra, Bernardes et al. (2007) também observaram redução nos teores de FDN e FDA devido a eliminação da palha. O efeito do tempo de permanência da cana-de-açúcar no campo após a queima sobre a fração fibrosa, elevando seus teores, também foi observado por Roth et al. (2010). Os autores atribuem o aumento nos teores à elevada população de leveduras que consomem o conteúdo celular, elevando assim a concentração da parede celular.

Tabela 2. Teores de matéria seca (g/kg), fibra em detergente neutro (g/kg) e fibra em detergente ácido (g/kg) da cana-de-açúcar antes da ensilagem nas formas *in natura*, queimada e colhida com 1 e 10 dias após a queima aditivada ou não com 1,0% de óxido de cálcio.

	IN		Q1dia		Q10dias		EPM	Efeito		
	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com		M	OC	M*OC
MS	326,8 Aa	322,9 Aa	276,5 Ac	280,3 Ac	290,6 Bb	301,7 Ab	2,20	<0,01	0,057	0,016
FDN	579,6 Aa	530,9 Ba	393,0 Ac	396,2 Ac	427,4 Bb	457,7 Ab	8,60	<0,01	0,481	<0,01
FDA	313,9 Aa	301,9 Aa	214,1 Bc	232,8 Ac	235,8 Bb	266,9 Ab	5,83	<0,01	0,016	<0,01

Médias seguidas pela mesma letra minúscula no manejo não diferem entre si (P>0,05)

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula no óxido de cálcio não diferem entre si (P>0,05)

OC: óxido de cálcio, IN: cana-de-açúcar *in natura*, Q1 dia: cana-de-açúcar queimada e colhida com 1 dia após a queima, Q10 dias: cana-de-açúcar queimada e colhida com 10 dias após a queima, M: manejo, OC: óxido de cálcio, M*OC: interação entre o manejo e o uso do óxido de cálcio, EPM: erro padrão da média

A adição do óxido de cálcio à cana-de-açúcar *in natura* promoveu redução dos componentes fibrosos, enquanto na cana-de-açúcar queimada não foi observada redução (Tabela 2). Siqueira et al. (2011b) avaliando a inclusão de óxido

de cálcio em cana-de-açúcar *in natura* e queimada, atribuíram a redução da fibra à solubilização, principalmente da hemicelulose, devido à presença do agente alcalinizante (CaO). Portanto, justifica-se a maior ação do óxido de cálcio na cana-de-açúcar *in natura* em relação a queimada, devido a maior concentração de hemicelulose no material que não sofreu o processo de queima. Os autores citados no mesmo parágrafo, também destacam a rápida atuação dos agentes alcalinos sobre a forragem, pois muitos efeitos do óxido de cálcio ocorreram antes da ensilagem, o mesmo fato que ocorreu no presente experimento.

O uso do óxido de cálcio na cana-de-açúcar elevou os valores de pH (Tabela 1) em 5,81 unidades, independente do manejo adotado. Como o aditivo utilizado é um agente alcalino, a elevação do pH já era uma resposta esperada. Os valores de pH do presente estudo foram próximos aos observados por Siqueira et al. (2011) que constataram valores de pH de 5,6 na cana-de-açúcar *in natura* e queimada sem adição de óxido de cálcio e de 12,0 com a adição de óxido de cálcio.

Houve efeito do tempo após a queima no valor de pH, a cana-de-açúcar que permaneceu, 10 dias após a queima do canavial, no campo observou-se valor inferior de pH (Tabela 1), porém a diferença no valor biologicamente é muito pequena.

Avaliando o efeito de manejo nas silagens de cana-de-açúcar sem óxido de cálcio (Tabela 3), observou-se que as silagens de cana *in natura* apresentaram maiores teores de matéria seca. Quando utilizado o óxido de cálcio as silagens com cana-de-açúcar queimada e colhida com 1 dia após a queima os teores de matéria seca foram os menores observados em relação as demais silagens aditivadas.

Em relação ao efeito do óxido de cálcio na silagem de cana-de-açúcar queimada e colhida com 1 e 10 dias após a queima verificou-se efeito sob o conteúdo de matéria seca, onde se observou maiores teores na silagem aditivada. Siqueira et al. (2011b) também observaram diferença significativa nos teores de matéria seca somente em silagens de cana-de-açúcar queimada com a adição de óxido de cálcio (19,3% vs 27,8%), não havendo diferença significativa nos teores de matéria seca em silagens de cana-de-açúcar *in natura* com a adição de óxido de cálcio (25,9% vs 27,1%).

Tabela 3. Composição bromatológica (g/kg) de silagens de cana-de-açúcar *in natura*, queimada e colhida com 1 e 10 dias após a queima ou não com 1,0% de óxido de cálcio.

M	IN		Q1dia		Q10dias		EPM	Efeito								
	OC	Sem	Com	Sem	Com	Sem		Com	M	OC	M*OC					
MS	268,6	Aa	281,9	Aa	208,7	Bc	256,5	Ab	226,2	Bb	283,3	Aa	5,21	<0,01	<0,01	<0,01
RMS	789,3	Ba	855,5	Aa	680,3	Bb	858,7	Aa	685,0	Bb	893,7	Aa	18,3	0,030	<0,01	0,003
EFLU	5,41	Ac	6,51	Ac	60,95	Bb	72,10	Aa	73,28	Aa	67,43	Bb	1,25	<0,01	0,051	<0,01
PG	130,9	Ac	116,7	Bc	372,9	Ab	279,8	Ba	402,5	Aa	257,6	Bb	4,48	<0,01	<0,01	<0,01
MM	32,63	Ba	62,97	Aab	29,13	Ba	64,33	Aa	31,86	Ba	55,72	Ab	1,46	0,035	<0,01	0,004
FDN	739,5	Aa	649,4	Ba	661,9	Ab	450,7	Bc	668,1	Ab	527,5	Bb	10,2	<0,01	<0,01	<0,01
PB	41,27	Aa	34,57	Ba	42,49	Aa	28,11	Bb	41,24	Aa	31,74	Ba	1,15	0,105	<0,01	0,013
AA	17,47	Ab	14,13	Ac	19,04	Bb	48,35	Aa	28,44	Ba	40,78	Ab	1,41	<0,01	<0,01	<0,01
pH	3,24	Ba	4,00	Aa	3,02	Bb	3,83	Ab	3,09	Bb	3,71	Ac	0,03	<0,01	<0,01	0,038

Médias seguidas pela mesma letra minúscula no manejo não diferem entre si ($P>0,05$)

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula no óxido de cálcio não diferem entre si ($P>0,05$)

OC: óxido de cálcio, IN: cana-de-açúcar *in natura*, Q1 dia: cana-de-açúcar queimada e colhida com 1 dia após a queima, Q10 dias: cana-de-açúcar queimada e colhida com 10 dias após a queima, M: manejo, OC: óxido de cálcio, M*OC: interação entre o manejo e o uso do óxido de cálcio, EPM: erro padrão da média, MS: matéria seca, RMS: recuperação da matéria seca, EFLU: produção de efluente (kg/t de matéria verde), PG: perda por gases, MM: matéria mineral, FDN: fibra em detergente neutro, PB: proteína bruta, AA: ácido acético

As silagens de cana-de-açúcar sem adição de óxido de cálcio, quando queimada, tiveram menores recuperações de matéria seca em comparação à silagem de cana-de-açúcar *in natura* (Tabela 3). As maiores perdas de matéria seca em silagens de cana-de-açúcar sem adição de óxido de cálcio queimada também foram observadas no estudo de Siqueira et al. (2011), que consideraram que uma das possíveis explicações é o fato da queima aumentar o teor açúcares solúveis, e promover a quebra da sacarose em glicose e frutose, que são açúcares mais facilmente fermentado por leveduras e a retirada da palha promove aumento proporcional da concentração de açúcares. Esses fatores contribuem promovendo maior desenvolvimento da população de leveduras que são as principais responsáveis pelas perdas de matéria seca na ensilagem da cana-de-açúcar. Já nas silagens com óxido de cálcio não se observou diferença entre os manejos ($P>0,05$).

Já adição de óxido de cálcio em todas as silagens de cana-de-açúcar, independente do manejo adotado, elevou a recuperação de matéria seca (Tabela 3). O uso do aditivo pode ter controlado a atividade de leveduras durante a fermentação reduzindo assim o consumo de carboidratos solúveis por esses microrganismos controlando as perdas de matéria seca. Siqueira et al. (2011b) constataram que a presença de óxido de cálcio nas silagens de cana-de-açúcar queimada, transformou silagens com alto potencial de perdas (46,8% de recuperação de matéria seca da silagem de cana-de-açúcar queimada sem aditivo) em silagens semelhantes às de cana-de-açúcar *in natura* com óxido de cálcio (71,3% vs 75,5% de recuperação de matéria seca de silagens de cana-de-açúcar *in natura* com óxido de cálcio vs cana-de-açúcar queimada com óxido de cálcio).

Outros autores também observaram efeito positivo nas perdas totais de matéria seca com o uso do óxido de cálcio. Rezende et al. (2011) obtiveram redução de 25,04 pontos percentuais nas perdas de matéria seca quando adicionaram 1% de óxido de cálcio em silagens de cana-de-açúcar *in natura*. Santos et al. (2008) atribuíram à redução das perdas de matéria seca (17 unidades percentuais) a inibição do crescimento de microrganismos indesejáveis, como leveduras que consomem carboidratos e geram etanol e CO₂. A obtenção de alta recuperação de matéria seca apresenta-se como um dos principais desafios relacionados à ensilagem de cana-de-açúcar (SIQUEIRA et al., 2011b), principalmente quando a cana-de-açúcar é queimada.

Independente da presença do óxido de cálcio nas silagens de cana-de-açúcar *in natura* a produção de efluente foi inferior à cana-de-açúcar queimada (Tabela 3). No momento da ensilagem o material que passou pelo processo da queima já apresentava teores de matéria seca menores (Tabela 1), indicando que seriam silagens com maior propensão para produção de efluentes. Nas silagens de cana-de-açúcar queimada, ocorreu maior produção de efluente, possivelmente devido à retirada da palha, que, além de reduzir o teor de matéria seca da forragem, também pode atuar como aditivo sequestrante de umidade da silagem (SIQUEIRA et al., 2010).

As maiores perdas por gases nas silagens de cana-de-açúcar queimada podem ter ocorrido devido a dois principais fatores, a elevada presença de leveduras

antes da ensilagem em decorrência das rachaduras causadas no colmo e elevados teores de glicose e frutose, efeitos causados devido à queima. Roth et al. (2010) na avaliação do efeito do tempo após a queima do canavial observaram aumento na população de leveduras de 5,04 UFC/g de matéria natural com 1 dia após a queima para 6,48 UFC/g de matéria natural com 14 dias após a queima, indicando que o potencial de recontaminação do canavial permanece por um período de tempo após a queima. Devido à elevada concentração 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 (SIQUEIRA et al., 2011b) o que é indicativo da elevada atividade de leveduras aumentando as perdas por gases.

Perdas por gases, de 23,3% da silagem de cana-de-açúcar *in natura* e 36,0% da cana-de-açúcar queimada, foram atribuídas a maior atuação de leveduras devido à elevação da disponibilidade de substrato (SIQUEIRA et al., 2011b).

A adição de óxido de cálcio em silagens de cana-de-açúcar, independente do manejo adotado antes da ensilagem, reduziu as perdas por gases (Tabela 3). A redução nas perdas por gases mostra que o aditivo alcalino teve efeito sobre a população de leveduras, que é a principal responsável pela produção de CO₂ durante a fermentação de carboidratos solúveis em etanol. O óxido de cálcio previne o desenvolvimento de leveduras por pressão osmótica causada pelo pH sobre as células desses microrganismos, reduzindo as perdas por gases (CAVALI et al., 2010).

Menor produção de gás foi estimada por Cavali et al.(2010), com a inclusão de 13,9 g de óxido de cálcio/kg de matéria natural, de 31,8 g/kg, e atribuem essa redução à inibição do desenvolvimento de microrganismos, estabilizando a fermentação da massa ensilada.

A utilização de óxido de cálcio na ensilagem de cana-de-açúcar *in natura* e queimada promoveu aumento nos teores de matéria mineral. O aumento no teor de cinzas de silagens de cana-de-açúcar é observado quando utilizando aditivos químicos como óxido de cálcio, carbonato de cálcio e hidróxido de sódio (PEDROSO et al., 2007; SANTOS et al., 2009; AMARAL et al. 2009). O aumento no teor da material mineral observado nesse estudo e nos demais citados é decorrente da

adição de produtos alcalinos com elevadas concentrações de matéria mineral, elevando assim o teor dessa fração quando utilizados nas silagens.

As maiores concentrações da fração fibrosa nas silagens em relação à forragem fresca (Tabela 2 e 4) foram observadas em todos os tratamentos, isso ocorreu devido à atividade de microrganismos durante a fermentação, que consomem o conteúdo celular ocasionando elevação na concentração da fração fibrosa (BERNARDES et al., 2007).

A inclusão do óxido de cálcio promoveu redução no teor de FDN em todas as silagens (Tabela 3). Isso pode ser um indicativo do melhor controle do processo fermentativo, reduzindo a atividade das leveduras que são as responsáveis pelo elevado consumo de açúcares. Porém, não se pode atribuir o fato de menores teores de FDN estarem somente relacionados com a redução do consumo de conteúdo celular durante a fermentação, pois o tratamento com o óxido de cálcio demonstrou rápida ação sobre a fração fibrosa da cana-de-açúcar reduzindo os seus teores antes da ensilagem (Tabela 1). Este resultado indica a importância de se avaliar a composição da forragem antes da ensilagem.

Na avaliação da adição de 1% de óxido de cálcio em silagem de cana-de-açúcar *in natura*, Amaral et al. (2009) observaram que os teores de FDN diferiram entre a silagem sem aditivo (68,7%) e a aditivada com óxido de cálcio (62,2%) e, colocaram que apesar da elevação dessa fração em todas as silagens, a maior concentração na silagem sem aditivo possivelmente foi ocasionada pelo consumo das frações orgânicas solúveis, que, dessa forma, por efeito de concentração, elevou o teor de FDN. Os autores também ressaltam que na silagem tratada com aditivo alcalinizante, além do menor consumo de componentes solúveis, pode ter havido também a hidrólise alcalina na porção fibrosa, em virtude dos menores teores de FDN e das menores concentrações de hemicelulose nessas silagens. Siqueira et al. (2011b) observaram o mesmo comportamento, de redução nos teores de FDN em silagens de cana-de-açúcar *in natura* e queimada aditivadas com óxido de cálcio, em que a redução foi de 17,8 pontos percentuais na silagem de cana-de-açúcar *in natura* e de 22,9 pontos percentuais na silagem de cana-de-açúcar queimada.

Na comparação dos manejos, sempre as silagens de cana-de-açúcar *in natura* apresentaram maiores teores de FDN em relação às silagens de cana-de-

açúcar queimada (Tabela 3). Esse comportamento já foi observado no momento da ensilagem, pois devido ao processo da queima houve eliminação da palhada reduzindo assim a fração fibrosa.

Os teores de FDA foram menores nas silagens de cana-de-açúcar aditivada com óxido de cálcio independente do manejo (Tabela 4), e os teores foram próximos aos observados por Amaral et al. (2009) de 42,3% para cana-de-açúcar *in natura* sem aditivo e 39,9% para cana-de-açúcar *in natura* com 1% de cal. Houve aumento no teor de FDA da silagem quando comparado com o material fresco, sendo justificado pelo consumo do conteúdo celular elevando a concentração da fração fibrosa. Em relação ao manejo, a silagem de cana-de-açúcar queimada e colhida com 1 dia após a queima foi a de menor teor de FDA (Tabela 4), isso pode ser justificado por essa forragem antes da ensilagem já apresentar valor inferior em relação às demais (Tabela 2).

Tabela 4. Teores de fibra em detergente ácido (g/kg) e lignina (g/kg) de silagens de cana-de-açúcar *in natura*, queimada e colhida com 1 e 10 dias após a queima aditivada ou não com 1,0% de óxido de cálcio.

	Manejo			Óxido de cálcio		EPM	Efeito		
	IN	Q1dia	Q10dias	Sem	Com		M	OC	M*OC
FDA	396,0 a	317,7 b	377,5 a	391,6 A	335,8 B	25,3	0,016	0,015	0,290
LIG	50,02 a	36,75 b	45,00 ab	49,24 A	38,60 B	4,33	0,022	0,008	0,171

Médias seguidas pela mesma letra minúscula no manejo não diferem entre si ($P>0,05$)

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na utilização do óxido de cálcio não diferem entre si ($P>0,05$)

IN: silagem de cana-de-açúcar *in natura*, Q1 dia: silagem de cana-de-açúcar queimada com 1 dia após a queima, Q10 dias: silagem de cana-de-açúcar queimada com 10 dias após a queima, CV: coeficiente de variação, M: manejo, OC: óxido de cálcio, M*OC: interação entre o manejo e o uso do óxido de cálcio

As silagens aditivadas com óxido de cálcio apresentaram menor teor de lignina em relação as não aditivadas independente do manejo adotado (Tabela 4). Em relação à forragem fresca houve uma inversão do comportamento, pois no momento da ensilagem a cana-de-açúcar com adição óxido de cálcio apresentava o maior teor de lignina. Esse comportamento pode ser justificado devido ao óxido de cálcio ter controlado melhor a fermentação por leveduras, que são as grandes responsáveis pelo consumo do conteúdo celular e conseqüentemente concentração

nas frações da parede celular. Não é correto atribuir o efeito alcalinizante do aditivo na redução da lignina, de acordo com Klopfenstein (1980), citado por Amaral et al. (2009), o teor de lignina normalmente não é alterado pelo tratamento com agentes alcalinizantes, mas a ação desse aditivo leva ao aumento da taxa de digestão da celulose e hemicelulose, provavelmente em decorrência das quebras das ligações das pontes de hidrogênio entre essas frações.

Nas silagens de cana-de-açúcar com óxido de cálcio foram observados os menores teores de proteína bruta (Tabela 3). Quando avaliado o teor de proteína bruta de silagens de cana-de-açúcar, esse deve ser relacionado com o teor dessa fração observado no momento da ensilagem, ao observarmos os teores de proteína bruta na cana-de-açúcar e relacionarmos com o mesmo no momento da abertura foi constatado elevação nos teores. O aumento da proteína bruta ocorre devido à concentração dessa fração consequente do consumo de carboidratos solúveis e não a síntese de proteína durante a fermentação (SIQUEIRA et al., 2007; BALIEIRO NETO et al., 2007). Portanto, ao avaliar o uso do óxido de cálcio nas silagens de cana-de-açúcar observamos que o aditivo teve efeito sobre a população de microrganismos responsáveis pelo consumo de carboidratos solúveis durante a fermentação.

Nas silagens de cana-de-açúcar queimada houve efeito da adição de óxido de cálcio sobre a produção de ácido acético (Tabela 3), e nas silagens aditivadas a concentração desse ácido foi superior. Na silagem de cana-de-açúcar *in natura* não foi observado efeito da adição de óxido de cálcio sobre a produção de ácido acético.

Os valores observados de ácido acético foram próximos aqueles relatados por Amaral et al. (2009), com diferença significativa, em silagem de cana-de-açúcar *in natura* ensilada sem e com adição de 1% de óxido de cálcio (13 e 16 g/kg). Quando se acrescenta um aditivo alcalinizante, que eleva os valores do pH e da capacidade tampão iniciais, aumenta-se o tempo de atuação de bactérias homofermentativas, permitindo maior produção de ácido lático, o que também pode ter ocorrido com a atividade das bactérias heterofermentativas do presente estudo proporcionando assim maiores valores de ácido acético nas silagens aditivadas com óxido de cálcio (SIQUEIRA et al., 2010).

Houve efeito da queima sobre a concentração final de ácido acético, em que as silagens de cana-de-açúcar queimadas a produção foi superior em relação à *in natura* (Tabela 3). Possivelmente, a maior produção de ácido pode ter ocorrido devido a maior concentração de carboidratos solúveis e de fácil fermentação disponíveis para os microrganismos, criando assim um ambiente melhor para a eficiência desses microrganismos. Siqueira et al. (2011a) também observaram maiores valores de ácido acético em silagens de cana-de-açúcar queimada em relação as silagens de cana-de-açúcar *in natura* (35,5 vs 23,9 g/kg), para justificar a maior produção de ácido acético os autores inferem que mesmo não havendo diferença na contagem de lactobacilos, pode-se inferir que os microrganismos heteroláticos tiveram maior eficiência de atuação nas silagens de cana-de-açúcar queimada, propiciando elevação na concentração de ácido acético, sem provocar aumento da população.

As silagens tratadas com óxido de cálcio apresentaram os maiores valores de pH independente do manejo adotado (Tabela 3). Esses valores elevados já eram esperados já que foi utilizado um aditivo alcalino. Segundo Santos et al. (2008) os maiores valores de pH nas silagens tratadas com aditivos alcalinizantes são ocasionados pelo seu poder tamponante, uma vez que a dissociação dos átomos presentes nos aditivos químicos gera cargas aniônicas capazes de neutralizar os íons hidrogênio oriundos dos ácidos orgânicos produzidos durante a fermentação. Valores de pH semelhantes foram observados por Amaral et al. (2009) em silagens de cana-de-açúcar *in natura* sem e com a adição de 1% de óxido de cálcio (3,4 e 4,0, respectivamente).

Em relação ao manejo as silagens de cana-de-açúcar queimada apresentaram valores de pH inferiores à cana-de-açúcar *in natura* (Tabela 3), esse comportamento pode ter ocorrido possivelmente devido a maior produção de ácidos nessas silagens. O que realmente foi observado em relação a concentração de ácido acético pode ter ocorrido com os demais ácidos, como por exemplo o láctico que é o grande responsável pelo abaixamento do pH.

Não foi observada diferença significativa ($P > 0,05$) na estabilidade aeróbia das silagens avaliadas (Tabela 5), independente do manejo e uso de aditivo, quando essa foi avaliada pelo tempo para se alcançar dois graus acima da temperatura

ambiente. O uso do óxido de cálcio não foi eficiente no controle do tempo para a quebra da estabilidade aeróbia, provavelmente as silagens tratadas com o aditivo apresentou maiores concentrações de carboidratos solúveis residuais, resultando em silagens mais propícias ao desenvolvimento de microrganismos deterioradores. Rezende et al. (2011) observaram que silagens de cana-de-açúcar tratadas com 0,5% de óxido de cálcio tiveram a quebra da estabilidade aeróbia com 16 horas, os autores atribuíram esse fato a maiores concentrações de carboidratos solúveis residuais proporcionando meio mais propício ao maior desenvolvimento de microrganismos deterioradores.

Tabela 5. Estabilidade aeróbia (horas) de silagens de cana-de-açúcar *in natura*, queimada e colhida com 1 e 10 dias após a queima aditivada ou não com 1,0% de óxido de cálcio.

	Manejo			Óxido de cálcio		EPM	Efeito		
	IN	Q1dia	Q10dias	Sem	Com		M	OC	M*OC
EST	17,56	23,25	27,25	24,96	20,42	4,40	0,114	0,222	0,588

IN: silagem de cana-de-açúcar *in natura*, Q1 dia: silagem de cana-de-açúcar queimada com 1 dia após a queima, Q10 dias: silagem de cana-de-açúcar queimada com 10 dias após a queima, EPM: erro padrão da média, M: manejo, OC: óxido de cálcio, M*OC: interação entre o manejo e o uso do óxido de cálcio

Os menores valores do somatório do acúmulo de temperatura diário com 5 e 9 dias foram os da silagem de cana-de-açúcar *in natura* com óxido de cálcio (Tabela 6), indicando que a intensidade do aquecimento da massa foi menor e possivelmente a atividade dos microrganismos durante a exposição aeróbia foi reduzida, esse fato pode ter ocorrido por dois fatores. O primeiro seria que as silagens de cana-de-açúcar queimada apresentam maiores teores de frações facilmente degradáveis aumentando assim a atividade de microrganismos durante a exposição aeróbia. Sendo assim, as silagens de cana-de-açúcar *in natura* poderiam ter a atividade desses microrganismos reduzidas em relação à cana-de-açúcar queimada. O segundo fator seria a adição do óxido de cálcio que auxiliou na redução da atividade dos microrganismos responsáveis pela deterioração aeróbia.

Tabela 6. Parâmetros avaliados durante a exposição aeróbia de silagens de cana-de-açúcar *in natura*, queimada e colhida com 1 e 10 dias após a queima aditivada ou não com 1,0% de óxido de cálcio.

	IN		Q1dia		Q10dias		EPM	Efeito		
	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com		M	OC	M*OC
ADIT5	47,3 Aa	6,8 Bb	34,1 Ab	32,7 Aa	38,8 Aab	33,4 Aa	3,60	0,060	<0,01	<0,01
ADIT9	68,2 Aa	42,9 Bb	82,0 Aa	75,0 Aa	68,2 Aa	77,8 Aa	6,18	0,004	0,154	0,037
TTM	87,2 Ba	143,3 Aa	93,0 Aa	91,6 Ab	58,7 Bb	93,5 Ab	8,05	<0,01	<0,01	0,007
TM	22,8 Aa	18,5 Bb	20,1 Ab	21,7 Aa	18,9 Ab	20,9 Aa	0,84	0,498	0,766	0,002

Médias seguidas pela mesma letra minúscula no manejo não diferem entre si ($P>0,05$)

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula no óxido de cálcio não diferem entre si ($P>0,05$)

OC: óxido de cálcio, IN: cana-de-açúcar *in natura*, Q1 dia: cana-de-açúcar queimada e colhida com 1 dia após a queima, Q10 dias: cana-de-açúcar queimada e colhida com 10 dias após a queima, M: manejo, OC: óxido de cálcio, M*OC: interação entre o manejo e o uso do óxido de cálcio, EPM: erro padrão da média, ADIT5: somatório do acúmulo de temperatura diária em 5 dias, ADIT9: somatório do acúmulo de temperatura diária em 9 dias, TTM: tempo em horas gasto para atingir a maior temperatura da massa, TM: maior diferença de temperatura entre a massa e o ambiente ($^{\circ}\text{C}$)

Outros parâmetros que indicam a intensidade da deterioração aeróbia são o tempo gasto para atingir a temperatura máxima e a maior diferença entre a temperatura ambiente e a massa de forragem (Tabela 6). Esses parâmetros confirmaram a eficiência do uso do óxido de cálcio no controle da estabilidade aeróbia em silagens de cana-de-açúcar *in natura*, pois o maior tempo para atingir a temperatura máxima e a menor diferença entre a temperatura ambiente e a massa de silagem (Tabela 6) foram observados na silagem de cana-de-açúcar *in natura* com óxido de cálcio.

As silagens que permaneceram com os valores de pH (Tabela 7) mais estáveis durante a exposição aeróbia até 9 dias foram as silagens de cana-de-açúcar queimada e colhidas com 1 e 10 dias após a queima sem adição de óxido de cálcio. A elevada perda de matéria seca dessas silagens, consequência das baixas recuperações de matéria seca (Tabela 3), mostra que ocorreu grande consumo da fração solúvel durante a fermentação, resultando assim em silagens com menor propensão a deterioração aeróbia devido a baixas concentrações de carboidratos residuais.

Tabela 7. Valores de pH de silagens de cana-de-açúcar *in natura*, queimada e colhida com 1 e 10 dias após a queima ou não com 1,0% de óxido de cálcio.

Manejo	Óxido de cálcio	Dias de exposição aeróbia				Efeito		
		0	3	6	9	L	Q	C
<i>In natura</i>	Sem	3,24	3,90	5,68	7,91	<0,01	<0,01	0,077
	Com	4,00	4,05	5,86	8,77	<0,01	0,018	0,822
Queimada 1 dia	Sem	3,02	3,49	4,34	5,31	0,013	0,615	0,879
	Com	3,83	3,97	8,73	8,38	<0,01	<0,01	<0,01
Queimada 10 dia	Sem	3,09	3,15	3,51	3,46	<0,01	0,329	0,025
	Com	3,72	3,73	8,07	7,61	<0,01	0,014	<0,01

$$\text{INSC} = 0,0435x^2 + 0,135x + 3,2039; R^2 = 0,992$$

$$\text{INCC} = 0,0793x^2 - 0,1764x + 3,9633; R^2 = 0,8366$$

$$\text{Q1DSC} = 0,257x + 2,8823; R^2 = 0,5078$$

$$\text{Q1DCC} = -0,0601x^3 + 0,7983x^2 - 1,8079x + 3,83; R^2 = 0,9978$$

$$\text{Q10DSC} = -0,0044x^3 + 0,0569x^2 - 0,1108x + 3,0875; R^2 = 0,804$$

$$\text{Q10DCC} = -0,0564x^3 + 0,7479x^2 - 1,7312x + 3,715; R^2 = 0,9956$$

L: efeito linear, Q: efeito quadrático, C: efeito cúbico

Houve elevação nos valores de pH nas silagens de cana-de-açúcar queimada com adição do óxido de cálcio em relação as silagens de cana-de-açúcar *in natura* (Tabela 7). A cana-de-açúcar após a queima aumenta a disponibilidade dos açúcares solúveis, elevando as perdas durante a fermentação devido a maior atividade das leveduras, porém quando adicionado o óxido de cálcio, nas silagens de cana-de-açúcar observou-se que foi eficiente na redução das perdas e elevação na recuperação de matéria seca (Tabela 3), resultando em silagens com maiores concentrações de carboidrato residuais que servem de substrato para os microrganismos deterioradores durante o pós-abertura. Rezende et al. (2011) observaram que a silagem de cana-de-açúcar tratadas com 0,5% de óxido de cálcio apresentou maiores teores de carboidratos solúveis residuais, proporcionando meio propício ao maior desenvolvimento de microrganismos deterioradores.

As silagens de cana-de-açúcar *in natura* com e sem a adição de óxido de cálcio tiveram comportamento e valores de pH semelhantes durante o pós abertura. Roth (2009) observou valor médio de pH de 4,57 em silagem de cana-de-açúcar *in natura* com o uso de 1% de óxido de cálcio durante 9 dias de exposição aeróbia, próximo ao observado até o terceiro dia de exposição aeróbia do presente estudo.

Este fato indica que o aditivo no presente estudo não foi eficiente no controle de microrganismos responsáveis pelo consumo de ácidos durante a exposição aeróbia de silagens de cana-de-açúcar *in natura*.

4. CONCLUSÕES

Silagens de cana-de-açúcar queimada são mais propensas às perdas que silagens de cana-de-açúcar *in natura*. As silagens produzidas com cana-de-açúcar queimada e colhida com 1 ou 10 dias após a queima resultam em silagens que não apresentam diferenças significativas, portanto a espera de 10 dias após a queima não influencia na qualidade da silagem de cana-de-açúcar queimada. O uso de 1% de óxido de cálcio na matéria natural é eficiente em controlar perdas e alterações em silagens de cana-de-açúcar *in natura* e queimadas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, R.C.; PIRES, A.V.; SUSIN, I.; NUSSIO, L.G.; MENDES, C.Q.; GASTALDELLO JUNIOR, A.L. Cana-de-açúcar ensilada com ou sem aditivos químicos: fermentação e composição química. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1413-1421, 2009.
- 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.; NOGUEIRA, J.R.; REIS, R.A.; ROTH, A.P.T.P.; ROTH, M.T.P. Perdas fermentativas e estabilidade aeróbia de silagens de cana-de-açúcar aditivadas com cal virgem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.1, p.24-33, 2009.
- BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; NOGUEIRA, J.R.; ROTH, M.T.P.; ROTH, A.P.T.P. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p.1231-1239, 2007.
- BERNARDES, T.F.; REIS, R.A.; SIQUEIRA, G.R.; BERCHIELLI, T.T.; COAN, R.M. Avaliação da queima e da adição de milho desintegrado com palha e sabugo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.269-275, 2007.
- CAVALI, J.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C.; SANTOS, E.M.; CARVALHO, G.G.P.; SANTOS, M.V.; PORTO, M.O.; RODRIGUES, J.F.H. Bromatological and microbiological characteristics of sugarcane silages treated with calcium oxide. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.7, p.1398-1408, 2010.
- CONAGHAN, P.; O'KIELY, P.; MARA, F.P. Conservation characteristics of wilted perennial ryegrass silage made using biological or chemical additives. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 2, p. 628-643, 2010.
- 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.
- KLOPFENSTEIN, T.J. Increasing the nutritive value of crop residues by chemical treatments. In: HUBER, J.T. (Ed.) **Upgrading residues and products for animals**. Boca Raton: CRC Press, 1980. p.40-60.

- KUNG JR., L. Preparation of silage water extracts for chemical analyses. **Standard operating procedure** – 001 2.03.96. ed. Delaware: University of Delaware – Ruminant Nutrition Lab., 1996. 32p.
- KUNG Jr., L.; SHEPERD, A.C.; SMAGALA, A.M. et al. The effect of preservatives based on propionic acid on the fermentation and aerobic stability of corn silage and a total mixed ration. **Journal of Dairy Science**, v.81, n.5, p.1322-1330, 1998.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcomb Publications, 1991. 340 p.
- MILLEN, D.D.; PACHECO, R.D.L.; ARRIGONI, M.D.B.; GALYEAN, M.L.; VASCONCELOS, J.T. A snapshot of management practice and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal of animal science**. v.87, p.3427-3439, 2009.
- PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; LOURES, D.R.S.; PAZIANI, S.F.; IGARASI, M.S.; COELHO, R.M.; HORII, J.; RODRIGUES, A.A. 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.
- REZENDE, A.V.; RABELO, C.H.S.; RABELO, F.H.S.; NOGUEIRA, D.A.; FARIA JUNIOR, D.C.N.A.; BARBOSA, L.A. Perdas fermentativas e estabilidade aeróbia de silagens de cana-de-açúcar tratadas com cal virgem e cloreto de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.4, p.739-746, 2011.
- 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.
- ROTH, A.P.T.P.; REIS, R.A.; SIQUEIRA, G.R.; ROTH, M.T.P.; RESENDE, F.D.; MONTEIRO, R.R. Sugarcane silage production treated with additives at different times post burning. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.88-96, 2010.
- SANTOS, M.C.; NUSSIO, L.G.; MOURÃO, G.B.; SCHMIDT, P.; MARI, L.J.; RIBEIRO, J.L. Influência da utilização de aditivos químicos no perfil da fermentação, no valor nutritivo e nas perdas de silagens de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p.1555-1563, 2008.
- SANTOS, M.C.; NUSSIO, L.G.; MOURÃO, G.B.; SCHMIDT, P.; MARI, L.J.; RIBEIRO, J.L.; QUEIROZ, O.C.M.; ZOPOLLATTO, M.; SOUSA, D.P.; SARTURI, J.O.; TOLEDO FILHO, S.G. Nutritive value of sugarcane silage treated with chemical additives. **Scientia Agricola**, v.66, n.2, p.159-163, 2009.
- SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; BERNARDES, T.F.; PIRES, A.J.V.; ROTH, M.T.P.; ROTH, A.P.T.P. Associação entre aditivos

químicos e bacterianos na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, n.4, p.789-798, 2007.

SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; PIRES, A.J.V.; BERNARDES, T.F.; ROTH, M.T.P. Queima e aditivos químicos e bacterianos na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n.1, p. 103-112, 2010.

SIQUEIRA, G.R.; ITURRINO-SCHOCKEN, R.P.; ROTH, A.P.T.P.; DOMINGUES, F.N.; FERRAUDO, A.S.; REIS, R.A. Óxido de cálcio e *Lactobacillus buchneri* NCIMB 40788 na ensilagem de cana-de-açúcar *in natura* ou queimada. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.40, n.11, p.2347-2358, 2011b.

SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; ROTH, A.P.T.P.; ROTH, M.T.P.; RESENDE, F.D. Perfil fermentativo de silagens de cana-de-açúcar *in natura* ou queimada e tratadas ou não com *Lactobacillus buchneri*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.8, p.1651-1661, 2011a.

SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; PIRES, A.J.V.; BERNARDES, T.F.; AMARAL, R.C. Perdas de silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2000-2009, 2007 (supl.)

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.

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

PALMIQUIST, D.; CONRAD, H. Origin of plasma fatty acids in lactating cows fed high fat diets. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3152-3158, 1971.

CAPÍTULO 3 – Característica da silagem e desempenho de novilhos alimentados com silagem de cana-de-açúcar *in natura* ou queimada tratadas com óxido de cálcio

RESUMO – Objetivou-se avaliar características químicas e fermentativas de silagens, assim como o desempenho, comportamento ingestivo e características de carcaça de bovinos de corte confinados, na fase de terminação, alimentados com silagens de cana-de-açúcar confeccionadas com diferentes estratégias de manejo (queima ou não do canavial e tempo após a queima) e utilização de aditivo (1% de óxido de cálcio). A variedade utilizada foi a IAC 86-2480. Foram utilizados 48 novilhos da raça Nelore com 30 meses de idade e peso inicial de $372 \pm 21,9$ kg. A relação volumoso:concentrado utilizada foi 34:66, sendo ajustada a matéria seca de cada silagem. As silagens utilizadas foram: silagens de cana-de-açúcar *in natura* tratada ou não com 1 % de óxido de cálcio, silagens de cana-de-açúcar queimada e colhida 1 dia após a queima tratada ou não com 1 % de óxido de cálcio, e silagens de cana-de-açúcar queimada e colhida 10 dias após a queima tratada ou não com 1 % de óxido de cálcio. O delineamento experimental foi de blocos casualizados em esquema fatorial 2x3, sendo um fator o aditivo (sem e com óxido de cálcio) e o outro o manejo (*in natura* e queimada e colhida com 1 ou 10 dias após a queima) No período de adaptação (0 a 28 dias) houve redução na ingestão de matéria seca dos animais alimentados com dietas contendo silagens de cana-de-açúcar queimada e colhida com 1 e 10 dias (média 6,3 kg), e o ganho de peso médio diário desses animais foi inferior (média – 0,026 kg/dia). A adição de óxido de cálcio nas silagens reduziu em 1,2 kg/dia a ingestão de matéria seca dos animais no período de 0 a 28 dias, e perderam 0,127 kg/dia. No período de 28 a 93 dias não houve diferença no ganho de peso médio diário (1,394 kg/dia), neste período a ingestão de matéria seca dos animais alimentados com silagem de cana-de-açúcar queimada e colhida com 1 e 10 dias foi menor (9,43 kg/dia) em relação aos alimentados com silagem de cana-de-açúcar *in natura* (10,45 kg/dia). No período total do confinamento (0 a 93 dias) o ganho médio diário dos animais que receberam silagens de cana-de-açúcar queimada e colhida com 1 dia após a queima foi o menor (0,911 kg/dia) em relação aos alimentados com silagens de cana-de-açúcar *in natura* (1,098 kg/dia) que não diferiram dos animais alimentados com silagens de cana-de-açúcar queimada e colhida com 10 dias após a queima (1,025 kg/dia), e a ingestão dos animais que receberam silagens de cana-de-açúcar queimada foi menor (8,47 kg/dia). O uso do óxido de cálcio reduziu em 0,530 kg/dia a ingestão de matéria seca dos animais, e aumentou a digestibilidade da matéria seca da dieta com silagens de cana-de-açúcar *in natura* (726,90 g/kg) e queimada com 1 dia após a queima (770,28 g/kg). As dietas com silagens de cana-de-açúcar queimada observou-se maior digestibilidade em relação a dietas com silagens com cana-de-açúcar *in natura*. O óxido de cálcio é eficiente em controlar perdas e alterações resultando silagens de cana-de-açúcar *in natura* e queimada com melhor digestibilidade. Animais Nelore tem dificuldades com a adaptação à dieta quando é utilizado silagem de cana-de-açúcar queimada e/ou tratada com óxido de cálcio, causando redução na ingestão de matéria seca e impacto no ganho de peso médio diário. O ganho de peso de

animais alimentados com silagens de cana-de-açúcar com óxido de cálcio é semelhante aos daqueles alimentados com silagens de cana-de-açúcar sem óxido de cálcio.

Palavras-chave: aditivo, comportamento, confinamento, perdas

1. INTRODUÇÃO

No Brasil a cana-de-açúcar é o principal volumoso utilizado na alimentação de bovinos confinados. Na maioria dos confinamentos o fornecimento da cana-de-açúcar é na forma *in natura*, colhida e picada diariamente (MILLEN et al., 2009). Os obstáculos encontrados na utilização da cana-de-açúcar fresca na alimentação animal são risco de fogo acidental, geada e dificuldades no manejo com a colheita diária.

A ensilagem da cana-de-açúcar é uma opção para aperfeiçoar a questão de manejo e com o objetivo de prevenção ou estocagem da cana-de-açúcar no caso do fogo acidental. A cana-de-açúcar apresenta características adequadas, como teor de matéria seca, carboidratos solúveis e baixa capacidade tamponante, para um bom processo fermentativo, porém destaca-se como principal problema relacionado à ensilagem da cana-de-açúcar está na fermentação por leveduras, durante o armazenamento.

A fermentação alcoólica é um processo indesejável quando ocorre durante a ensilagem, tanto por conta do aumento nas perdas de matéria seca quanto pela posterior rejeição na ingestão que o animal apresenta (NUSSIO e SCHMIDT, 2005). Tornando a cana-de-açúcar uma cultura que requer a inclusão de algum aditivo que controle a fermentação alcoólica durante o processo de ensilagem.

A utilização de aditivos químicos durante a ensilagem, principalmente os alcalinizantes de meio, tem se destacado no processo de conservação da cana-de-açúcar (AMARAL et al., 2009). Esses aditivos, como óxido e carbonato de cálcio, alteram o pH e a fração mineral das forragens indicando redução da atividade de água dessas forragens, proporcionando ambiente desfavorável para o desenvolvimento de leveduras (SANTOS et al., 2008). Em uma revisão de literatura sobre silagens de cana-de-açúcar com aditivos, Schmidt (2008) verificou a necessidade de pesquisas que avaliem além Schmidt (2008) realizou um levantamento de trabalhos de silagens de cana-de-açúcar com uso de aditivos e o autor alerta 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.

O processo de ensilagem requer planejamento, porém quando ocorre o fogo acidental do talhão, essa etapa do processo, fica comprometida. Roth et al. (2010) e Roth (2009) foram pioneiros na avaliação do efeito do tempo após a queima da cana-de-açúcar sobre a produção de silagem, porém avaliações de desempenho animal com a utilização de silagem de cana-de-açúcar ensilada após a queima do canavial ainda não foram realizadas.

Objetivou-se avaliar características químicas e fermentativas de silagens, assim como o desempenho, comportamento ingestivo e características de carcaça de bovinos de corte confinados, na fase de terminação, alimentados com silagens de cana-de-açúcar confeccionadas com diferentes estratégias de manejo (queima ou não do canavial e tempo após a queima) e utilização de aditivo (óxido de cálcio).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp Câmpus de Jaboticabal e no Pólo Regional do Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da Alta Mogiana – Colina,SP. No período de 17 de setembro a 19 de dezembro de 2008.

2.1. DIETAS EXPERIMENTAIS, TRATAMENTOS E ENSILAGEM

As dietas foram formuladas para serem isoprotéicas (12% de PB) e isoenergéticas (70% de NDT) para que fosse atingido o ganho médio diário de 1,2 kg/dia, segundo o NRC (1996). A fonte de variação das dietas foi somente as silagens utilizadas (Tabela 1). A relação volumoso:concentrado utilizada foi 34:66 com base na matéria seca, sendo ajustada a matéria seca de cada silagem. Os tratamentos avaliados foram os seguintes:

- 1- Silagem de cana-de-açúcar *in natura* sem aditivo
- 2- Silagem de cana-de-açúcar *in natura* com 1% de óxido de cálcio
- 3- Silagem de cana-de-açúcar queimada e colhida com 1 dia após a queima sem aditivo
- 4- Silagem de cana-de-açúcar queimada e colhida com 1 dia após a queima com 1% de óxido de cálcio
- 5- Silagem de cana-de-açúcar queimada e colhida com 10 dias após a queima sem aditivo
- 6- Silagem de cana-de-açúcar queimada e colhida com 10 dias após a queima com 1% de óxido de cálcio

A variedade de cana-de-açúcar utilizada foi a IAC 86-2480 colhida em agosto de 2008 quando a planta apresentava aproximadamente 12 meses de crescimento vegetativo (quarto corte) e produção média de 80 t/ha de forragem fresca no momento da queima. A forragem foi colhida mecanicamente por ensiladeira da marca JF modelo Z-6.

Foram confeccionados silos do tipo superfície com capacidade média de 35 t de forragem fresca e dimensionamento de painel que permitiu a retirada média de

camada de 12 cm por dia. A adição do óxido de cálcio foi feita da forma em pó, para o cálculo da quantidade de aditivo adicionado foi considerado a capacidade média de transporte da carreta, e a partir desse peso foi adicionado 1% do óxido de cálcio na matéria natural. Logo após o descarregamento e espalhar a cana-de-açúcar no silo o aditivo foi pulverizado sobre toda a superfície da camada, antes de ser retomada a compactação. A queima do talhão foi realizada no início da noite, por volta das 18 horas, do dia anterior ao primeiro dia de corte. O mesmo talhão foi utilizado para todos os tratamentos, sendo somente colhido em dias diferentes, antes da queima, 1 e 10 dias após a queima.

Os silos foram confeccionados e vedados em um dia e meio, a sequência da confecção dos silos foi a seguinte, cana-de-açúcar *in natura* sem e com óxido de cálcio, cana-de-açúcar queimada e colhida com 1 dia após a queima sem e com óxido de cálcio e cana-de-açúcar queimada e colhida com 10 dias após a queima sem e com óxido de cálcio.

Na vedação dos silos foi utilizada lona dupla face com espessura de 200 micras com terra ao redor do silo, e para cobertura da lona foi utilizado capim picado sobre toda a extensão do silo.

Utilizou-se o concentrado com 157,5 g/kg de proteína bruta e em sua composição grão de sorgo moído (307,5 g/kg), polpa cítrica peletizada (266,2 g/kg), farelo de amendoim (58,3 g/kg), ureia (11,7 g/kg) e núcleo mineral (17,0 g/kg).

Tabela 1. Dietas utilizadas na alimentação de novilhos com diferentes silagens

	MS	MM	PB	EE	FDN
Dietas g/kg na MS					
IN	621,6	53,9	123,4	25,9	376,6
INOC	633,0	62,9	120,5	24,5	338,3
Q1dia	607,2	54,3	121,1	24,7	356,7
Q1diaOC	625,8	68,2	117,2	24,0	307,0
Q10dias	620,8	55,7	123,2	24,7	370,9
Q10diasOC	631,6	65,0	117,8	23,9	327,5
Silagens g/kg na MS					
IN	281,0	34,2	56,8	14,0	701,0
INOC	285,2	60,8	48,7	9,9	587,3
Q1dia	209,3	35,7	50,8	10,5	640,1
Q1diaOC	263,9	76,6	38,9	8,4	495,5
Q10dias	249,1	39,6	56,4	10,5	683,5
Q10diasOC	281,0	66,9	41,7	8,4	552,6
Concentrado g/kg na MS					
Concentrado	812,3	64,0	157,5	32,1	210,1

IN: silagem de cana-de-açúcar *in natura* sem aditivo, INOC: silagem de cana-de-açúcar *in natura* com 1% de óxido de cálcio, Q1d: silagem de cana-de-açúcar com 1 dia após a queima sem aditivo, Q1dOC: silagem de cana-de-açúcar com 1 dia após a queima com 1% de óxido de cálcio, Q10d: silagem de cana-de-açúcar com 10 dias após a queima sem aditivo, Q10dOC: silagem de cana-de-açúcar com 10 dias após a queima com 1% de óxido de cálcio MS: matéria seca, MM: matéria mineral, PB: proteína bruta, EE: extrato etéreo, FDN: fibra em detergente neutro

2.2. MONITORAMENTO DOS SILOS

Durante a ensilagem foram colocados no meio da massa sacos de náilon porosos contendo a mesma forragem que foi ensilada, com o objetivo de determinar as perdas ocorridas durante a fermentação. Utilizou-se seis sacos contendo aproximadamente 5 kg de forragem fresca em cada silo. Os sacos foram pesados, fechados de maneira que não ocorressem perdas de forragem e colocados no meio da massa, passando pelo mesmo processo de ensilagem que o restante da forragem. Os seis sacos foram distribuídos da seguinte forma: em relação ao perfil vertical do silo, todos foram colocados na porção média do silo; em relação ao perfil

horizontal três sacos foram colocados no final do primeiro um terço e três sacos foram colocados no final do segundo terço do silo.

À medida que os sacos foram retirados, os mesmos foram novamente pesados, seu conteúdo foi homogeneizado e amostrado. Uma amostra foi colocada em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, para determinação da matéria seca. Após serem secas e pesadas as amostras foram moídas em moinho de faca com peneira com crivo de 1 mm, armazenadas em potes de plástico para utilização posterior nas análises.

Os teores de matéria seca (MS) foram determinados de acordo com o método n°. 943.01 (AOAC, 1990), matéria mineral (MM) de acordo com o método n°. 924.05 (AOAC, 1990). O teor de proteína bruta (PB) foi obtido pela combustão de Dumas das amostras em equipamento auto-analisador de nitrogênio, da marca LECO® (modelo FP-528), segundo Etheridge et al. (1998). Os teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) foram obtidos pelo método sequencial proposto pela ANKOM® Fiber Analyser (ANKOM Technology Corporation, Fairport, NY) e descrito por Holden (1999), e utilizada amilase.

A outra sub-amostra foi processada, segundo a metodologia descrita por Kung Jr. (1996), foi pesada 25 g de amostra úmida e processada com 225 mL de água destilada em liquidificador durante 1 minuto. Em seguida a amostra foi filtrada e o extrato líquido armazenado em congelador (-5°C) até o momento das análises. A determinação do ácido acético foi feita segundo a metodologia descrita por Palmquist e Conrad (1971) em cromatógrafo gasoso (Hewlett Packard® 5890 series II) equipado com braço mecânico HP Integrator 3396 series II (Hewlett Packard company®). O gás de arraste e os comburentes foram nitrogênio, hidrogênio e oxigênio, respectivamente, nas vazões de 20, 30 e 400 mL/minuto. As temperaturas do injetor, do detector e da coluna foram de 150, 190 e 115°C, respectivamente.

A recuperação da matéria seca foi calculada pela seguinte fórmula:

$RMS = MSF/MSI * 1000$, sendo:

RMS: recuperação da matéria seca (g/kg)

MSF: matéria seca no momento da abertura (quantidade de silagem (kg) * % matéria seca)

MSI: matéria seca ensilada (quantidade de forragem (kg) * % matéria seca)

2.3. ANIMAIS E INSTALAÇÕES EXPERIMENTAIS

No ensaio de desempenho foram utilizados 48 novilhos da raça Nelore com 30 meses de idade e peso inicial $372 \pm 21,9$ kg. Os animais foram alojados em baias individuais, com piso de concreto, contendo cocho e bebedouro. O experimento teve duração total de 93 dias, sendo dividido em dois períodos. O primeiro período foi o de adaptação, com duração de 28 dias (de 17 de setembro a 15 de outubro de 2008), o segundo período foi o de terminação com duração de 65 dias (de 15 de outubro a 19 de dezembro 2008). As pesagens dos animais foram feitas no início e final de cada período, com os animais em jejum de sólidos e líquidos de 16 horas para determinação do ganho médio diário individual.

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 dietas foram fornecidas duas vezes ao dia às 8 horas e 15 horas, em quantidade suficiente para permitir sobra entre 5 e 10%. As sobras da ração de cada baia foram pesadas diariamente e amostradas semanalmente, possibilitando o cálculo posterior do consumo e o ajuste da quantidade a ser fornecida em cada dia. Semanalmente também foram amostradas as silagens e concentrado fornecido. Ao final de cada período as amostras semanais de alimentos fornecidos e sobras foram homogeneizadas, formando uma amostra composta, que foi colocada em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, para determinação da matéria seca. Após a secagem em estufa as amostras, foram novamente pesadas, moídas em moinho de faca com peneira com crivo de 1 mm armazenadas em potes de plástico para utilização posterior nas análises.

Os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) foram determinados conforme metodologia descrita anteriormente no item 2.2.

A digestibilidade *in vivo* foi determinada através do consumo, que foi mensurado diariamente, e a produção fecal estimada utilizando-se a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador interno. A FDNi das amostras

dos alimentos fornecidos, sobras e fezes foi determinada pela incubação das amostras durante 240 horas segundo Casali et al. (2008). A colheita de fezes foi realizada durante cinco dias consecutivos (de 08 a 12 de dezembro de 2008) durante do período de terminação. As colheitas foram realizadas em horários alternados (8:00; 12:00; 17:00).

No cálculo do total de fezes foi utilizada a seguinte fórmula:

Total de fezes (kg) = $CFD_{Ni}/FFD_{Ni} * 100$, onde:

CFD_{Ni} : quantidade de fibra em detergente neutro indigestível consumida (kg)

FFD_{Ni} : quantidade de fibra em detergente neutro das fezes (%)

No cálculo da digestibilidade da matéria seca foi utilizada a seguinte fórmula:

Digestibilidade da matéria seca (g/kg) = $(CMS - Fezes)/CMS * 1000$, onde:

CMS: consumo total de matéria seca (kg)

Fezes: total de fezes (kg)

2.5. COMPORTAMENTO INGESTIVO

O comportamento ingestivo dos animais foi avaliado durante o período de terminação, no dia 13 de dezembro de 2008. Os animais foram observados durante 24 horas, com observações a cada dez minutos. Foram determinados, conforme Armentano e Pereira (1997), 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 dez.

2.6. CARACTERÍSTICAS DAS CARÇAÇAS

O abate foi realizado em frigorífico comercial seguindo o procedimento padrão do local, sendo coletada e pesada a gordura renal pélvica e inguinal. Em seguida, as carcaças foram serradas ao meio, sendo cada meia carcaça pesada individualmente, obtendo-se o peso das carcaças quentes e posteriormente armazenadas em câmara fria, a 0-3°C, por 24 horas.

A área de olho de lombo com o uso de régua quadriculada (cm²), e a espessura de gordura subcutânea com o uso de paquímetro digital (mm), foram medidas entre a 12^a e 13^a costela, na carcaça esquerda.

Na análise qualitativa da carne, foram retiradas amostras (bifes de 2,5 cm de espessura) do músculo *Longissimus dorsi*, na altura da 12^a costela. Estas amostras foram embaladas a vácuo e congeladas. Posteriormente, as amostras foram transferidas para câmara fria, com temperatura aproximada de 2°C, por 12 horas, até o momento da análise de maciez. Na determinação da força de cisalhamento, foi utilizado 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 kgf) foi medida, no sentido transversal as fibras da carne (Wheeler et al., 2001).

2.7. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados de monitoramento dos silos foram analisados em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x3, considerando fatores aditivo (sem e com óxido de cálcio – com 1 grau de liberdade - GL) e o outro o manejo (*in natura* e queimada e colhida com 1 ou 10 dias após a queima – com 2 GL) e sua interação com 2 GL, com seis repetições por tratamento. Na análise estatística utilizou-se o procedimento MIXED do programa estatístico SAS, versão 9.0 (SAS, 2002). Quando significativa, as médias entre tratamentos foram comparadas usando a diferença mínima significativa de Fisher (i.e., a opção DIFF do comando LSMEANS). Significância foi declarada a $P \leq 0,10$. Quando significativas as interações foram analisadas utilizando-se o comando SLICE e as médias comparadas pelo teste de Fischer a 10%.

Na avaliação do desempenho, digestibilidade, comportamento ingestivo e características das carcaças utilizou-se um delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 2x3, sendo um fator o aditivo (sem e com óxido de cálcio – com 1 grau de liberdade - GL) e o outro o manejo (*in natura* e queimada e colhida com 1 ou 10 dias após a queima – com 2 GL) e sua interação com 2 GL, com oito blocos formados conforme o peso inicial dos animais. Na análise estatística utilizou-se o

procedimento MIXED do programa estatístico SAS, versão 9.0 (SAS, 2002). Quando significativa, as médias entre tratamentos foram comparadas usando a diferença mínima significativa de Fisher (i.e., a opção DIFF do comando LSMEANS). Significância foi declarada a $P \leq 0,10$. Quando significativas as interações foram analisadas utilizando-se o comando SLICE e as médias comparadas pelo teste de Fischer a 10%.

3. RESULTADOS

3.1. Monitoramento dos silos

Em relação a forragem antes da ensilagem, a queima proporcionou redução nos teores de MS, FDN e FDA (Tabela 2). Os teores de PB e MM não foram influenciados nos diferentes manejos adotados. O uso do óxido de cálcio elevou o teor de MM em aproximadamente 39 g/kg.

Tabela 2. Composição bromatológica (g/kg) da cana-de-açúcar *in natura*, queimada e colhida com 1 e 10 dias após a queima aditivada ou não com 1,0% de óxido de cálcio, no momento da ensilagem.

	Manejo			Óxido de Cálcio	
	IN	Q1d	Q10d	Sem	Com
MS	355,0	284,7	298,4	301,79	323,6
MM	42,5	39,8	43,0	22,2	61,3
PB	25,9	25,0	29,6	27,5	26,2
FDN	555,7	392,7	449,3	468,1	463,7
FDA	333,8	237,0	278,0	277,3	288,6

IN: cana-de-açúcar *in natura*, Q1d: cana-de-açúcar queimada e colhida com 1 dia após a queima, Q10d: cana-de-açúcar queimada e colhida com 10 dias após a queima
MS: matéria seca, MM: matéria mineral, PB: proteína bruta, FDN: fibra em detergente neutro, FDA: fibra em detergente ácido

Os diferentes manejos adotados influenciaram os teores de MS das silagens de cana-de-açúcar (Tabela 3) ($P < 0,01$), sendo o maior teor observado na silagem de cana-de-açúcar *in natura* (288,8 g/kg) e o menor na silagem de cana-de-açúcar queimada e colhida com 1 dia após a queima (234,3 g/kg). O teor de MS nas silagens de cana-de-açúcar aditivadas com óxido de cálcio foi aproximadamente 42 g/kg superior ($P < 0,001$) ao das silagens não aditivadas, independente do manejo adotado.

O uso do óxido de cálcio proporcionou aumento na recuperação de MS (Tabela 3) de aproximadamente 147 g/kg ($P < 0,001$), já os manejos adotados não alteraram as recuperações de matéria seca ($P = 0,206$).

Os teores de MM aumentaram 27,4 g/kg ($P < 0,001$) com a inclusão do óxido de cálcio e não foram alterados pelo tipo de manejo ($P = 0,154$).

Tabela 3. Composição bromatológica (g/kg) de silagens de cana-de-açúcar *in natura*, queimada e colhida com 1 e 10 dias após a queima aditivada ou não com 1,0% de óxido de cálcio

	Manejo			Óxido de Cálcio		EPM	M	OC	M*OC
	IN	Q1d	Q10d	Sem	Com				
MS	288,8a	234,3c	269,5b	243,3	285,0	7,7	<0,001	<0,001	0,321
RMS	783,2	745,5	750,9	686,1	833,6	22,4	0,206	<0,001	0,462
MM	48,3	45,7	42,7	31,9	59,3	2,8	0,154	<0,001	0,289
PB	40,8	41,0	45,1	45,4	39,2	1,5	0,011	<0,001	<0,001
FDN	687,9	540,9	580,7	672,8	533,5	12,8	<0,001	<0,001	<0,001
FDA	414,8	325,4	355,2	396,2	334,1	6,7	<0,001	<0,001	<0,001
AA	28,3b	32,1b	54,1a	41,7	34,6	6,9	0,002	0,223	0,428

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si ($P > 0,10$)

IN: silagem de cana-de-açúcar *in natura*, Q1d: silagem de cana-de-açúcar queimada e colhida com 1 dia após a queima, Q10d: silagem de cana-de-açúcar queimada e colhida com 10 dias após a queima, EPM: erro padrão da média, M: manejo, OC: óxido de cálcio, M*OC: interação entre o manejo e o uso do óxido de cálcio

MS: matéria seca, RMS: recuperação de matéria seca, MM: matéria mineral, PB: proteína bruta, FDN: fibra em detergente neutro, FDA: fibra em detergente ácido, AA: ácido acético

O teor de ácido acético das silagens de cana-de-açúcar queimada e colhida com 10 dias após a queima foi 54,1 g/kg (Tabela 3), sendo superior ($P = 0,002$) ao das silagens de cana-de-açúcar *in natura* (28,3 g/kg) e queimada e colhida com 1 dia após a queima (32,1 g/kg). A adição de óxido de cálcio não influenciou no teor de ácido acético das silagens ($P = 0,223$).

As silagens de cana-de-açúcar *in natura* e a queimada e colhida com 1 dia após a queima, aditivadas com óxido de cálcio (Tabela 4) apresentaram os menores teores de PB 36,4 e 34,9 g/kg, respectivamente.

Tabela 4. Teores de proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido (g/kg) de silagens de cana-de-açúcar *in natura*, queimada e colhida com 1 e 10 dias após a queima aditivada ou não com 1,0% de óxido de cálcio

Manejo	PB		FDN		FDA	
	Sem óxido de cálcio	Com óxido de cálcio	Sem óxido de cálcio	Com óxido de cálcio	Sem óxido de cálcio	Com óxido de cálcio
In natura	45,2Aa	36,4Bb	729,2Aa	646,7Ba	425,8Aa	403,7Ba
Queimada 1 dia	47,1Aa	34,9Bb	644,9Ab	436,9Bc	376,6Ab	274,3Bc
Queimada 10 dias	43,8Aa	46,4Aa	644,4Ab	516,1Bb	386,2Ab	324,2Bb

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si (P>0,10)

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si (P>0,10)

Em todos os tipos de manejo o uso do óxido de cálcio reduziu os teores de FDN e FDA (Tabela 4) das silagens de cana-de-açúcar. As silagens de cana-de-açúcar *in natura*, sem e com óxido de cálcio, apresentaram os maiores teores de FDN (729,2 e 646,7 g/kg) e FDA (425,8 e 403,7).

3.2. Desempenho, comportamento ingestivo e características de carcaça

O maior ganho médio diário de peso no período de 0 a 28 dias de confinamento (Tabela 5) foi constatado nos animais alimentados com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar *in natura* (0,417 kg/dia), conseqüentemente foram os animais que apresentaram maior peso final neste período (378,6 kg), e com maior consumo diário de matéria seca (7,87 kg/dia) e em relação ao peso corporal (2,14%).

Os animais alimentados com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar queimada e colhida com 1 ou 10 dias após a queima (Tabela 5), no período de 0 a 28 dias, apresentaram os menores ganhos de peso. Sendo que os animais alimentados com cana-de-açúcar queimada e colhida com 1 dia após a queima perderam 0,161 kg/dia, reflexo do menor consumo de matéria seca (6,08 kg/dia) resultando no menor peso final dos animais deste grupo (362,9 kg), neste período.

O grupo de animais que recebeu as dietas com silagens de cana-de-açúcar aditivadas com óxido de cálcio (Tabela 5), no período de 0 a 28 dias de confinamento, foram significativamente mais leves (364,2 kg) do que o grupo de animais que foram alimentados com silagens de cana-de-açúcar sem óxido de cálcio

(379,0 kg). O peso médio inferior foi reflexo da menor ingestão de matéria seca (6,21 kg/dia) e da perda de peso (-0,127 kg/dia) dos animais alimentados com dietas contendo silagens de cana-de-açúcar aditivadas com óxido de cálcio.

Não houve diferença significativa no peso final e ganho médio diário (Tabela 5) dos animais em relação ao manejo adotado ($P=0,106$ e $P=0,882$) e do uso de óxido de cálcio ($P=0,184$ e $P=0,258$) no período de 28 a 93 dias de confinamento.

A ingestão média diária de MS dos animais (Tabela 5), no período de 28 a 93 dias, alimentados com silagem de cana-de-açúcar *in natura* foi superior ($P=0,017$) ao dos alimentados com silagem de cana-de-açúcar queimada e colhida com 1 e 10 dias após a queima. O uso do óxido de cálcio nas silagens não interferiu na ingestão média diária dos animais ($P=0,463$) no período de 28 a 93 dias.

A conversão alimentar, no período de 28 a 93 dias de confinamento (Tabela 5) foi melhor ($P=0,072$) nos animais que receberam dietas com silagens de cana-de-açúcar queimada e colhida com 1 e 10 dias após a queima. O uso do óxido de cálcio melhorou a conversão alimentar dos animais ($P=0,014$).

No período total do confinamento (0 a 93 dias) o menor ganho de peso (Tabela 5) foi observado nos animais alimentados com silagem de cana-de-açúcar queimada e colhida 1 dia após a queima (0,911 kg/dia), não diferindo do grupo de animais que foram alimentados com silagem de cana-de-açúcar queimada e colhida com 10 dias após a queima (1,025 kg/dia). A adição de óxido de cálcio nas silagens, independente do manejo, não interferiu no ganho de peso dos animais ($P=0,196$).

A ingestão de matéria seca diária (Tabela 5), no período de 0 a 93 dias de confinamento, foi superior quando os animais foram alimentados com silagem de cana-de-açúcar *in natura* ($P=0,001$). A adição de óxido de cálcio nas silagens reduziu ($P=0,081$) a ingestão de matéria seca.

Houve interação significativa ($P=0,044$) entre o manejo e uso de óxido no consumo médio diário (%PC) dos animais, no período de 28 a 93 dias de confinamento (Tabela 5 e 6). Os animais que receberam silagem de cana-de-açúcar *in natura* sem óxido de cálcio o consumo (%PC) foi maior (2,58 %PC). Os animais alimentados com silagem de cana-de-açúcar queimada e colhida com 10 dias após a queima sem óxido de cálcio o consumo em percentagem do peso corporal foi reduzido (2,21 %PC).

Tabela 5. Desempenho e consumo de novilhos alimentados com diferentes silagens

	Manejo			Óxido de cálcio		EPM	M	OC	M*OC
	IN	Q1d	Q10d	Sem	Com				
Período de 0 a 28 dias									
PI (kg)	366,9	367,4	370,4	368,7	367,8	--	--	--	--
PF (kg)	378,6a	362,9b	373,4a	379,0	364,2	8,98	0,013	0,001	0,533
GMD (kg/dia)	0,417a	-0,161b	0,109b	0,371	-0,127	0,17	0,006	0,001	0,366
IMS (kg/dia)	7,87a	6,08b	6,46b	7,40	6,21	0,43	<0,001	<0,001	0,266
CMS (%PC)	2,14a	1,70b	1,76b	2,00	1,73	0,10	<0,001	0,001	0,293
Período de 28 a 93 dias									
PF (kg)	469,0	452,1	465,7	466,8	457,8	11,98	0,106	0,184	0,391
GMD (kg/dia)	1,391	1,372	1,419	1,350	1,439	0,10	0,882	0,258	0,160
IMS (kg/dia)	10,45a	9,17b	9,69b	9,90	9,64	0,48	0,017	0,463	0,165
CMS (%PC)	2,48	2,24	2,31	2,35	2,34	0,05	0,015	0,936	0,044
CA (kg MS/kg ganho)	7,56a	6,83b	7,01b	7,47	6,80	0,32	0,072	0,014	0,185
Período de 0 a 93 dias									
GMD (kg/dia)	1,098a	0,911b	1,025ab	1,055	0,967	0,09	0,083	0,196	0,529
IMS (kg/dia)	9,67a	8,24b	8,71b	9,14	8,61	0,43	0,001	0,081	0,484
CMS (%PC)	2,38a	2,08b	2,15b	2,24	2,16	0,08	0,001	0,151	0,334
CA (kg MS/kg ganho)	9,03	9,48	8,81	8,99	9,22	0,54	0,348	0,543	0,566
DIG (g/kg)	693,17	733,15	755,38	706,15	748,32	8,60	<0,001	<0,001	<0,001

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si ($P>0,10$)

IN: silagem de cana-de-açúcar *in natura*, Q1d: silagem de cana-de-açúcar queimada e colhida com 1 dia após a queima, Q10d: silagem de cana-de-açúcar queimada e colhida com 10 dias após a queima, EPM: erro padrão da média, M: manejo, OC: óxido de cálcio, M*OC: interação entre o manejo e o uso do óxido de cálcio

PI: peso inicial, PF: peso final, GMD: ganho médio diário, IMS: ingestão média diária de matéria seca, CMS: consumo médio diário de matéria seca em relação ao peso corporal, CA: conversão alimentar, DIG: digestibilidade

O consumo de matéria seca (%PC) dos animais (Tabela 5), no período total do confinamento, foi inferior nos tratamentos com silagem de cana-de-açúcar queimada e colhida com 1 e 10 dias após a queima ($P=0,001$).

Não houve diferença significativa na conversão alimentar dos animais no período total do confinamento (0 a 93 dias) em relação ao manejo ($P=0,348$) e do uso de óxido de cálcio ($P=0,543$) nas silagens fornecidas aos animais.

Tabela 6. Consumo e digestibilidade da matéria seca da dieta de novilhos alimentados com diferentes silagens

Manejo	CMS de 28 a 93 dias (%PC)		DIG (g/kg de MS)	
	Sem óxido de cálcio	Com óxido de cálcio	Sem óxido de cálcio	Com óxido de cálcio
In natura	2,58Aa	2,38Bab	659,4Bc	726,9Ab
Queimada 1 dia	2,26Ab	2,23Ab	696,0Bb	770,3Aa
Queimada 10 dias	2,21Bb	2,42Aa	763,0Aa	747,8Aab

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ($P>0,10$)

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si ($P>0,10$)

CMS: consumo médio diário de matéria seca em relação ao peso corporal no período de 28 a 93 dias, DIG: digestibilidade

Na avaliação da digestibilidade da matéria seca de dietas contendo diferentes silagens (Tabela 5 e 6) houve interação significativa entre o manejo adotado e o uso de óxido de cálcio ($P<0,001$). Em relação ao manejo adotado, sem uso de óxido de cálcio, a digestibilidade da matéria seca de dietas contendo silagem de cana-de-açúcar queimada e colhida com 10 dias após a queima foi maior (763,0 g/kg). Quando utilizado o óxido de cálcio a dieta com silagem de cana-de-açúcar queimada e colhida com 1 dia após a queima proporcionou a maior digestibilidade observada (770,3 g/kg). Somente a dieta contendo silagem de cana-de-açúcar queimada e colhida com 10 dias após a queima o uso do óxido de cálcio não aumentou a digestibilidade da dieta.

O peso de carcaça quente dos animais (Tabela 7) alimentados com dietas contendo silagens de cana-de-açúcar aditivadas com óxido de cálcio foi 7,9 kg menor que o peso dos animais alimentados com dietas com silagens de cana-de-açúcar sem aditivo ($P=0,042$). O manejo da cana-de-açúcar antes da ensilagem não

interferiu ($P=0,547$) no peso de carcaça quente dos animais alimentados com as diferentes silagens.

O rendimento de carcaça quente dos animais (Tabela 7) alimentados com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar queimada e colhida com 1 dia após a queima foi em média 0,89 unidades percentuais maior ($P=0,046$) em relação as demais dietas. Houve aumento ($P=0,052$) de 0,67 unidades percentuais no rendimento de carcaça dos animais alimentados com dietas com silagem de cana-de-açúcar sem óxido de cálcio em relação aos alimentados com dietas com silagem de cana-de-açúcar aditivadas.

Tabela 7. Características de carcaça de novilhos alimentados com diferentes silagens

	Manejo			Óxido de cálcio		EPM	M	OC	M*OC
	IN	Q1d	Q10d	Sem	Com				
PCQ (kg)	253,8	249,1	253,1	255,9	248,0	6,1	0,547	0,042	0,557
RCQ (%)	54,10b	55,13a	54,38b	54,87	54,20	0,48	0,046	0,052	0,462
GRPI (kg)	5,03	4,96	4,33	4,81	4,73	0,40	0,166	0,814	0,233
PR (%)	0,40	0,67	0,56	0,47	0,61	0,15	0,217	0,259	0,718
AOL (cm ²)	65,47	64,25	65,19	67,02	62,92	1,87	0,793	0,011	0,733
EG (mm)	7,20a	5,40b	6,36ab	6,41	6,23	0,65	0,029	0,739	0,590
Força de cisalhamento (kgf)	4,36	4,59	4,36	4,59	4,29	0,34	0,748	0,290	0,928

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si ($P>0,10$)

IN: silagem de cana-de-açúcar *in natura*, Q1d: silagem de cana-de-açúcar queimada e colhida com 1 dia após a queima, Q10d: silagem de cana-de-açúcar queimada e colhida com 10 dias após a queima, EPM: erro padrão da média, M: manejo, OC: óxido de cálcio, M*OC: interação entre o manejo e o uso do óxido de cálcio

PCQ: peso de carcaça quente, RCQ: rendimento de carcaça quente, GPR: gordura renal pélvica e inguinal, PR: perdas por resfriamento, AOL: área de olho de lombo, EG: espessura de gordura

A quantidade de gordura renal pélvica e inguinal e perdas por resfriamento não apresentaram diferenças significativas ($P>0,10$) em relação ao manejo e uso do aditivo, sendo os seus valores médios de 4,77 kg e 0,54 % (Tabela 7).

O grupo de animais que foram alimentados com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar sem óxido de cálcio apresentaram área de olho de lombo aproximadamente 4 cm² superior ($P=0,011$) em relação a animais alimentados com

dietas com silagem de cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio. O manejo adotado antes da ensilagem não interferiu ($P=0,793$) na área de olho de lombo de animais alimentados com diferentes silagens (Tabela 7).

A menor espessura de gordura observada (Tabela 7) foi a dos animais alimentados com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar queimada e colhida 1 dia após a queima ($P=0,029$). O uso do aditivo não interferiu na espessura de gordura dos animais ($P=0,739$).

Não houve diferença significativa na força de cisalhamento (Tabela 7), independente do manejo e uso do óxido de cálcio nas silagens fornecidas aos animais.

O uso do óxido de cálcio nas silagens de cana-de-açúcar reduziu ($P=0,071$) aproximadamente 32 minutos por dia no tempo de ruminação (Tabela 8) dos animais alimentados com dietas contendo essas silagens aditivadas. Enquanto o manejo adotado antes da ensilagem não interferiu ($P=0,741$) no tempo de ruminação dos animais. O tempo de ruminação em minutos por kg de FDN consumido (Tabela 8) foi superior ($P=0,053$) nos animais alimentados com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar queimada e colhida com 1 dia após a queima.

A ingestão de matéria seca (Tabela 8) em minutos por dia e minutos por kg de matéria seca não foi influenciada ($P>0,10$) pelas diferentes silagens fornecidas para os animais. O uso do óxido de cálcio aumentou aproximadamente 11 minutos na ingestão por cada kg de FDN ingerida.

Tabela 8. Ingestão matéria seca e de fibra em detergente neutro e comportamento ingestivo de novilhos alimentados com diferentes silagens

	Manejo			Óxido de cálcio		EPM	M	OC	M*OC
	IN	Q1d	Q10d	Sem	Com				
Ruminação									
min/dia	399,4	399,4	385,0	410,8	378,3	23,2	0,741	0,071	0,508
min/kg MS	38,8	43,9	41,2	42,2	40,4	3,3	0,290	0,483	0,367
min/kg FDN	108,2b	130,1a	117,3ab	114,9	122,1	9,3	0,053	0,319	0,602
Ingestão									
min/dia	206,2	177,5	188,7	187,5	194,2	16,4	0,222	0,621	0,561
min/kg MS	20,1	19,9	19,8	19,0	20,9	2,0	0,986	0,238	0,584
min/kg FDN	56,3	59,5	56,6	51,6	63,3	5,8	0,829	0,018	0,417
kg de FDN/dia	3,8a	3,1b	3,4b	3,6	3,2	0,2	<0,001	0,001	0,460
Ócio									
min/dia	817,5	844,4	853,7	822,9	854,2	30,0	0,412	0,179	0,913

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si ($P>0,10$)

IN: silagem de cana-de-açúcar *in natura*, Q1d: silagem de cana-de-açúcar queimada e colhida com 1 dia após a queima, Q10d: silagem de cana-de-açúcar queimada e colhida com 10 dias após a queima, EPM: erro padrão da média, M: manejo, OC: óxido de cálcio, M*OC: interação entre o manejo e o uso do óxido de cálcio

A queima da cana-de-açúcar antes da ensilagem reduziu ($P<0,001$) a ingestão de FDN dos animais (Tabela 8). O uso do óxido de cálcio também foi responsável pela redução da ingestão de FDN ($P=0,001$).

O manejo antes da ensilagem e uso ou não do óxido de cálcio nas silagens de cana-de-açúcar fornecida aos animais não alteraram o tempo em que os animais permaneceram em ócio (Tabela 8).

4. DISCUSSÃO

4.1. Monitoramento dos silos

A queima da cana-de-açúcar resultou em menores teores de MS, FDN e FDA (Tabela 2), devido à eliminação da palha, que é uma porção da cana-de-açúcar com alto teor de MS e rica em FDN (SIQUEIRA et al., 2009) Os teores de MS e FDN da cana-de-açúcar *in natura* e queimada estão próximos aos valores observados por Siqueira et al. (2011) que foram de 37,2% e 32,6% de MS e 55,2% e 37,8% de FDN em cana-de-açúcar *in natura* e queimada, respectivamente. Os mesmos autores também observaram redução de 4,6; 17,4 e 15,7 pontos percentuais nos teores de MS, FDN e FDA após a queimada da cana-de-açúcar.

A adição de óxido de cálcio elevou os teores de MM da cana-de-açúcar (Tabela 2), independente do manejo adotado. Amaral et al. (2009), verificaram aumento de 4,6 pontos percentuais no teor de MM de cana-de-açúcar *in natura* quando adicionado 1% de óxido de cálcio, os autores relacionaram o aumento dessa fração devido ao fato do aditivo ser de origem mineral e apresentar grande proporção desta fração em sua composição.

O maior teor de MS das silagens de cana-de-açúcar *in natura* (Tabela 3) em relação às silagens de cana-de-açúcar queimada, também foi verificado por Siqueira et al. (2011) que observaram 6,6 pontos percentuais superiores no teor de MS de silagens de cana-de-açúcar *in natura* em relação a silagem de cana-de-açúcar queimada. Os menores teores de MS nas silagens de cana-de-açúcar queimada podem ser atribuídos à fermentação alcoólica que ocorre em silagens de cana-de-açúcar e é intensificada após a forragem ser submetida a queima, bem como a retirada da palha. Bernardes et al. (2007) observaram aumento de 10 g/kg no teor de etanol em silagens de cana-de-açúcar queimada em relação a silagens de cana-de-açúcar *in natura*, sendo esse fato justificado ao efeito da queima da cana-de-açúcar eliminar a palhada, aumentando a concentração de açúcares disponíveis para fermentação e a alta temperatura causar rachaduras no colmo, e consequente exsudação de açúcares, aumentando a contaminação microbiana e ocasionando maior fermentação alcoólica. Além do aumento da temperatura e tempo após a queima pode provocar o desdobramento da sacarose em glicose e frutose, que são açúcares redutores podendo facilitar a fermentação alcoólica pelas leveduras. O

aumento na proporção de açúcares pode ser observado de maneira indireta devido à redução dos componentes fibrosos da cana-de-açúcar queimada no momento da ensilagem (Tabela 2).

As silagens aditivadas apresentaram os maiores teores de MS, recuperação de MS e menores teores de fibra (Tabela 3 e 4), indicando que o uso do óxido de cálcio nas silagens de cana-de-açúcar, independente do manejo, foi eficiente em controlar a atividade de leveduras. A ação alcalinizante do aditivo, por meio da elevação do valor de pH no momento da ensilagem e pela capacidade de aumento da pressão osmótica do meio, faz com que o ambiente antes favorável ao desenvolvimento das leveduras se torne inapropriado, reduzindo perdas por gases nas silagens aditivadas (AMARAL et al., 2009).

O uso do óxido de cálcio mostrou-se interessante na redução das perdas de MS, observou-se aumento de aproximadamente 147 g/kg na recuperação da MS. Rezende et al. (2011) também observaram redução nas perdas de MS de silagens de cana-de-açúcar *in natura* quando adicionado óxido de cálcio (5,45%) em relação a silagens de cana-de-açúcar *in natura* sem aditivo (30,49%)

A maior produção de ácido acético em silagens de cana-de-açúcar queimada e colhida com 10 dias após a queima (Tabela 3), pode ser justificada por dois fatores, o primeiro seria devido à queima, que proporciona concentração de carboidratos solúveis disponíveis para os microrganismos, tornando assim o ambiente mais favorável. O segundo fator seria o tempo de permanência da cana-de-açúcar após a queima no campo ocorrendo a re-contaminação da forragem por microrganismos.

4.2. Desempenho, comportamento ingestivo e características de carcaça

O uso do óxido de cálcio nas silagens de cana-de-açúcar reprimiu a ingestão de MS dos animais (Tabela 5) no período inicial do confinamento, de 0 a 28 dias. A redução na ingestão de MS, refletiu em menor desempenho dos animais, causando perda de peso (GMD de -0,127kg/dia) devido a baixa aceitação da silagem com a presença do aditivo. Menezes et al. (2011) não observaram redução na ingestão de MS de novilhos mestiços, europeu-zebu, alimentados com silagem de cana-de-açúcar *in natura* sem óxido de cálcio e com 1% de óxido de cálcio, o consumo médio

foi de 7,41 kg/dia e 1,89% PC. Porém neste estudo os autores não citam o período de adaptação dos animais que foi de 15 dias.

No período de 28 a 93 dias não foi observado redução na ingestão de MS dos animais alimentados com silagem de cana-de-açúcar com óxido de cálcio, mostrando que após a adaptação os animais não tiveram mais problemas de aceitação da silagem. Neste período não houve diferença significativa no ganho médio diário dos animais.

Menezes et al. (2011) analisando os efeitos das dietas contendo silagens de cana-de-açúcar aditivadas ou não com óxido de cálcio não observaram diferença significativa no ganho médio diário dos animais, que foi em média de 0,930 kg/dia. Os resultados obtidos pelos autores são inferiores aos observados no presente estudo (Tabela 5), porém vale ressaltar que na avaliação realizada por Menezes et al. (2011) os animais receberam somente 1% em relação ao peso corporal de concentrado com 23% de PB.

No período de 28 a 93 dias, a conversão alimentar foi pior nos animais, alimentados com silagem de cana-de-açúcar *in natura* em relação aos alimentados com silagens de cana-de-açúcar queimada e colhida com 1 e 10 dias (Tabela 5), este fato é decorrente do maior ingestão de MS observada no tratamento com silagem de cana-de-açúcar *in natura* e da não diferença no ganho médio diário.

A melhora na conversão alimentar (Tabela 5), dos animais alimentados com silagens de cana-de-açúcar com óxido de cálcio, pode ser justificada por dois fatores. Um dos fatores é a ação do aditivo sobre a atividade de leveduras durante o processo fermentativo, reduzindo o consumo de carboidratos solúveis resultando em silagens melhores conservadas, e com maior digestibilidade (Tabela 5 e 6) resultando assim em maior disponibilidade de nutrientes para os animais. Menezes et al. (2011) observaram maior digestibilidade da matéria orgânica, maiores teores de carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais nas silagens de cana-de-açúcar *in natura* com óxido de cálcio em relação a silagens não tratadas, indicando que as silagens com óxido de cálcio resultam em silagens com maior disponibilidade de nutrientes para os animais. Outro fator seria devido à baixa ingestão de MS de silagens com óxido de cálcio durante o período de adaptação que resultou na perda

de peso dos animais, podendo assim ocorrer o ganho compensatório desses animais no período seguinte.

Avaliando de maneira geral o período confinamento, de 0 a 93 dias, o menor ganho de peso médio diário (0,911 kg/dia) dos animais alimentados com silagem de cana-de-açúcar queimada e colhida com 1 dia após a queima foi decorrente da perda de peso dos animais nos primeiros 28 dias de confinamento e também da menor ingestão de MS (Tabela 5). Porém o ganho médio diário não interferiu no peso médio final dos animais ($P>0,10$).

Em relação à utilização do óxido de cálcio não foi observada diferença no ganho médio diário dos animais considerando o período total de 93 dias do confinamento. Ocorreu melhora na digestibilidade de silagens aditivadas com óxido de cálcio (Tabela 5), porém ocorreu redução na ingestão de MS, o que pode ter sido responsável pela não resposta na melhora do desempenho animal. Menezes et al. (2011) observaram que a adição de óxido de cálcio em silagens de cana-de-açúcar *in natura* não melhorou o desempenho de bovinos em relação a animais alimentados com silagem de cana-de-açúcar *in natura* sem aditivo, isto se deve ao consumo de nutrientes semelhantes entre as dietas. Os autores também observaram que a dieta com silagem de cana-de-açúcar com óxido de cálcio apresentou maior digestibilidade da MS e do conteúdo de NDT, porém não houve aumento na ingestão de MS e demais nutrientes, o que resultou em ausência de diferenças no desempenho animal entre as dietas com silagens de cana-de-açúcar.

O menor peso de carcaça quente dos animais que receberam silagens com óxido de cálcio (Tabela 7) foi decorrente da perda de peso dos animais no período de adaptação (0 a 28 dias) e conseqüentemente durante o período de 28 a 93 dias pode ter ocorrido o ganho compensatório dos animais. Fontes et al. (2007) avaliando o ganho compensatório de novilhos concluíram que o maior ganho de peso dos animais em crescimento compensatório não refletiu em maior peso de carcaça, os autores observaram que os animais mantidos em restrição alimentar após serem realimentados obtiveram maior ganho de peso nos componentes não carcaça em relação aos animais que não passaram por restrição alimentar. Os valores de peso de carcaça quente foram próximos aos observados por Magalhães et al. (2012) em animais alimentados com silagem de cana-de-açúcar sem óxido de cálcio e silagem

de cana-de-açúcar aditivadas com óxido de cálcio (241,15 kg e 235,48 kg), os autores não observaram diferença significativa no peso de carcaça, porém vale ressaltar que os autores não relatam diferenças na ingestão de MS dos animais alimentados com as diferentes silagens.

O maior rendimento de carcaça (Tabela 7) nos animais que receberam as dietas com silagem de cana-de-açúcar sem óxido de cálcio é consequência do peso de carcaça quente maior e mesmo peso vivo final em relação aos animais que receberam silagem de cana-de-açúcar com óxido de cálcio. Fato esse que pode ser explicado pela possível ocorrência do ganho compensatório que reflete em aumento do peso de componentes não carcaça, ocasionando em animais de mesmo peso corporal, porém com peso de carcaça menor. Sendo que o rendimento de carcaça quente pode ser afetado por vários fatores, tais como: peso do conteúdo gastrointestinal, que é diretamente afetado pelo número de horas de jejum a que os animais são submetidos e pelo tipo de dieta (MEISSNER et al., 1995), pelo peso ou idade de abate e pelo grau de engorda (PRESTON E WILLIS, 1974), além dos pesos do couro, da cabeça e do trato gastrointestinal (GALVÃO et al., 1991)

Os animais alimentados com silagem de cana-de-açúcar queimada e colhida com 1 dia após a queima apresentaram maior rendimento de carcaça (Tabela 7), provavelmente decorrente da menor ingestão de MS (8,24 kg, 2,08 %PC) e maior digestibilidade da dieta (733,15 g/kg) tendo impacto no conteúdo do trato gastrointestinal, que provavelmente foi inferior em relação aos animais alimentados com silagem de cana-de-açúcar *in natura*, que apresentaram maior consumo de MS (9,67 kg, 2,38 %PC) e menor digestibilidade da dieta (693,17 g/kg) resultando, possivelmente, em menor taxa de passagem do alimento aumentando o conteúdo do trato gastrointestinal refletindo no peso corporal do animal, reduzindo o rendimento de carcaça.

A maior área de olho de lombo dos animais alimentados com silagem de cana-de-açúcar sem aditivo (Tabela 7) está de acordo com o maior peso de carcaça dos animais, mostrando maior musculabilidade dos animais. O que está de acordo com Costa et al. (2002) que inferem que a área de olho de lombo expressa a musculabilidade da carcaça e esta diretamente correlacionada ao peso de carcaça. A menor área de olho de lombo (Tabela 7) dos animais que foram alimentados com

silagens de cana-de-açúcar com óxido de cálcio é mais um indicativo do possível ganho compensatório dos animais, pois como citado acima essa medida indica a musculabilidade dos animais, demonstrando que mesmo os animais com o mesmo peso corporal (Tabela 5) que os animais alimentados com silagens de cana-de-açúcar sem aditivo apresentaram menor musculabilidade e provavelmente maiores proporções de componentes não carcaça.

A espessura de gordura (Tabela 7) 3 e 6 mm é considerada mediana, sendo maior que 6 mm considerada uniforme na exigência dos frigoríficos brasileiros, pois abaixo de 3 mm ocorre o escurecimento da parte externa dos músculos que recobrem a carcaça, depreciando o seu valor comercial (COSTA et al., 2002). A menor espessura de gordura foi observada nos animais alimentados com dietas contendo silagens de cana-de-açúcar queimada e colhida com 1 dia após a queima, possivelmente isso pode ter ocorrido devido a esse grupo de animais terem perdido peso durante o período de adaptação e também devido a menor ingestão de matéria seca, ocasionando assim menor quantidade de energia ingerida pelo animal refletindo no menor acúmulo de gordura(Tabela 5).

O limite crítico de força de cisalhamento, para o músculo *Longissimus dorsi* com um dia após o abate, proposto por Luchiarri Filho (2000) é de 4,5 kg, em um sistema de qualidade para a produção de carnes. Os valores observados no presente estudo (Tabela 7) estão próximos ao limite crítico proposto pelo autor citado.

O uso do óxido de cálcio em silagens de cana-de-açúcar (Tabela 8) reduziu em média 32,5 minutos por dia o tempo de ruminação dos animais, independente do manejo adotado. Um dos fatores que influencia o tempo de ruminação é a quantidade de FDN ingerida pelo animal (WELCH, 1982), quando adicionado o óxido de cálcio nas silagens de cana-de-açúcar observou-se redução nos teores da fração fibrosa (Tabela 3), reduzindo em média a ingestão de 0,48 kg de FDN pelos animais alimentados com silagens aditivadas (Tabela 8). O tempo de ingestão (min/kg de FDN) também foi influenciado pela menor concentração de fibra nas silagens de cana-de-açúcar com óxido de cálcio. Magalhães et al. (2012) observaram que animais alimentados com silagem de cana-de-açúcar com óxido de cálcio consumiram menos FDN e mais carboidratos não fibrosos em relação a animais

alimentados com silagem de cana-de-açúcar, mostrando que o aditivo reduziu a fermentação alcoólica e conseqüentemente as perdas de carboidratos solúveis.

Na avaliação da adição de doses de óxido de cálcio em cana-de-açúcar *in natura* Dias et al. (2011) observaram que as doses de óxido de cálcio influenciou no comportamento ingestivo de vacas, reduzindo o tempo de ruminação e aumentando o tempo de ócio dos animais com o aumento da dose de óxido de cálcio.

Em relação ao manejo adotado antes da ensilagem a quantidade de FDN ingerida pelos animais alimentados com silagens de cana-de-açúcar *in natura* foi superior (3,77 kg de FDN/dia) em relação aos animais alimentados com silagens de cana-de-açúcar queimada e colhida com 1 e 10 dias após a queima (3,11 e 3,36 kg de FDN/dia). A maior ingestão foi resultado da maior ingestão de MS (Tabela 5) e maior quantidade de FDN (Tabela 3) nas silagens de cana-de-açúcar *in natura*. Porém como não houve diferença (Tabela 8) no tempo de ruminação (min/dia) a maior ingestão de FDN reduziu o tempo de ruminação em relação à ingestão desta fração (min/kg FDN).

5. CONCLUSÕES

O uso do óxido de cálcio em silagens de cana-de-açúcar *in natura* e queimada controlou as perdas fermentativas, resultando em silagens com melhor digestibilidade. As silagens de cana-de-açúcar queimada e colhidas com 1 ou 10 dias após a queima não apresentaram diferenças significativas. Animais Nelore tem dificuldades com a adaptação à dieta quando é utilizado silagem de cana-de-açúcar queimada e/ou tratada com óxido de cálcio, causando redução na ingestão de matéria seca e impacto no ganho de peso médio diário. O ganho de peso de animais alimentados com silagens de cana-de-açúcar com óxido de cálcio é semelhante aos daqueles alimentados com silagens de cana-de-açúcar sem óxido de cálcio.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, R.C.; PIRES, A.V.; SUSIN, I.; NUSSIO, L.G.; MENDES, C.Q.; GASTALDELLO JUNIOR, A.L. Cana-de-açúcar ensilada com ou sem aditivos químicos: fermentação e composição química. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1413-1421, 2009.
- ARMENTANO, L. PEREIRA, M. Measuring the effectiveness of fiber by animal response trials. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1416-1425, 1997.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15th ed. Arlington, 1990. v.1, 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, p. 1231-1239, 2007.
- BERNARDES, T.F.; REIS, R.A.; SIQUEIRA, G.R.; BERCHIELLI, T.T.; COAN, R.M. Avaliação da queima e da adição de milho desintegrado com palha e sabugo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.269-275, 2007.
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PEREIRA, J.C.; HENRIQUES, L.T.; FREITAS, S.G.; PAULINO, M.F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.
- COSTA, E.C.; RESTLE, J.; PASCOAL, L.L.; VAZ, F.N.; ALVES FILHO, D.C.; ARBOITTE, M.Z. Desempenho de novilhos Red Angus superprecoces, confinados e abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p. 129-138, 2002.
- DIAS, A.M., ÍTAVO, L.C.V.; DAMASCENO, J.C.; SANTOS, G.T.; ÍTAVO, C.C.B.F.; SILVA, F.F.; NOGUEIRA, E.; SOARES, C.M. Sugar cane treated with calcium hydroxide in diet for cattle: intake, digestibility of nutrients and ingestive behavior. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.8, p.1799-1806, 2011.
- ETHERIDGE, R.D.; PESTI, G.M.; FOSTER, E.H. A comparison of nitrogen values obtained utilizing the Kjeldahl nitrogen and Dumas combustion methodologies (Leco CNS 2000) on samples typical of an animal nutrition analytical laboratory. **Animal Feed Science and Technology**, v.73, p.21-28, 1998.
- FONTES, C.A.A.; GUIMARÃES, R.F.M.; ALMEIDA, M.I.V.; CAMPOS, O.F.; ALMEIDA, F.Q.; SANT'ANA, N.F. Avaliação do ganho compensatório em

novilhos mestiços Holandês-Gir: consumo e desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, n.3, p.698-708, 2007.

GALVÃO, J.G.; FONTES, C.A.A.; PIRES, C.C.; CARNEIRO, L.H.D.M.; QUEIROZ, A.C.; PAULINO, M.F. Características e composição física da carcaça de bovinos não castrados, abatidos em três estágios de maturidade (estudo II) de três grupos raciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 20, n.5, p.502-512. 1991.

HOLDEN, L.A. Comparison of methods of *in vitro* dry matter digestibility for ten feeds. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.82, n.8, p. 1791-1794, 1999.

KUNG JR., L. Preparation of silage water extracts for chemical analyses. **Standard operating procedure** – 001 2.03.96. ed. Delaware: University of Delaware – Ruminant Nutrition Lab., 1996. 32p.

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

MAGALHÃES, F.A.; VALADARES FILHO, S.V.; MENEZES, G.C.C.; GIONBELLI, M.P.; ZANETTI, D.; MACHADO, M.G.; PINA, D.S.; KOMURA, K. Intake and performance of feedlot cattle fed diets based on high end low Brix sugar cane with or without calcium oxide and corn silage. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.6, p.1499-1508, 2012.

MENEZES, G.C.C.; VALADARES FILHO, S.C.; MAGALHÃES, F.A. et al. Intake and performance of confined bovine fed fresh or ensilaged sugar cane based diets and corn silage. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.40, n.5, p.1095-1103, 2011.

MILLEN, D.D.; PACHECO, R.D.L.; ARRIGONI, M.D.B.; GALYEAN, M.L.; VASCONCELOS, J.T. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal of Animal Science**. v.87, p.3427-3439, 2009.

MISSNER, H.H.; SMUTS, M.; COERTZE, R.J. Characteristics and efficiency of fat growing feedlot steers fed different dietary energy concentration. **Journal of Animal Science**, n.73, v.4, p.931-936. 1995.

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

NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P. Silagens de cana-de-açúcar para bovinos leiteiros. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA LEITEIRA, 5, 2005. PIRACICABA. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2005. P.193-218.

PALMQUIST, D.; CONRAD, H. Origin of plasma fatty acids in lactating cows fed high grain or high fat diets. **Journal of Dairy Science**, v.54, n.7, p.3152-3158, 1971.

- PRESTON, T.R.; WILLIS, M.B. **Intensive beef production**. 2.ed. Oxford, Pergamon Press. 546 p, 1974.
- REZENDE, A.V.; RABELO, C.H.S.; REBELO, F.H.S.; NOGUEIRA, D.A.; FARIA JUNIOR, D.C.N.A.; BARBOSA, L.A. Perdas fermentativas e estabilidade aeróbia de silagens de cana-de-açúcar tratadas com cal virgem e cloreto de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.4, p.739-746,2011.
- RONAN, J.; JOBIM, C.C.; RESENDE, F.D.; SIQUEIRA, G.R.; FARIA, M.H.; OLIVEIRA NETO, R.A. Performance of finishing beef cattle fed different diets containing whole-crop maize silage or sugarcane silage. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.3, p.682-689, 2011.
- ROTH, A.P.T.P. **Cana-de-açúcar *in natura* e queimada ensilada com cal virgem e diferentes tempos após a queima**. 2009. 62f. (Dissertação de mestrado em Zootecnia) – Faculdade de ciências agrárias e veterinária, UNESP, Jaboticabal, 2009.
- ROTH, A.P.T.P.; REIS, R.A.; SIQUEIRA, G.R.; ROTH, M.T.P.; RESENDE, F.D.; MONTEIRO, R.R. Sugarcane silage production treated with additives at different times post burning. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.88-96, 2010.
- SANTOS, M.C.; NUSSIO, L.G.; MOURÃO, G.B.; SCHMIDT, P.; MARI, L.J.; RIBEIRO, J.L. Influência da utilização de aditivos químicos no perfil da fermentação, no valor nutritivo e nas perdas de silagens de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 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**, 3. Maringá: Masson, 2008. P.117-152.
- 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.; BERNARDES, T.F.; PIRES, A.J.V.; ROTH, M.T.P.; AMARAL, R.C. Influência da queima e aditivos químicos e bacterianos na composição química de silagens de cana-de-açúcar. **Archivos de Zootecnia**, v.58, n.221, p. 43-54, 2009.
- SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; PIRES, A.J.V.; BERNARDES, T.F.; AMARAL, R.C. 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 (sulp.)
- SIQUEIRA, G.R.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; ROTH, A.P.T.P.; DOMINGUES, F.N.; FERRAUDO, A.S.; REIS, R.A. Óxido de cálcio e *Lactobacillus buchneri*

NCIMB 40788 na ensilagem de cana-de-açúcar *in natura* ou queimada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.11, p.2347-2358, 2011.

WELCH, J.G. Rumination, particle size and passage from the rumen. **Journal of Animal Science**, v.54, n.4, p.885-894, 1982.

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