

Perdas fermentativas e estabilidade aeróbia de silagens de cana-de-açúcar aditivadas com cal virgem

Fermentation losses and aerobic stability of sugar cane silages treated with calcium oxide

BALIEIRO NETO, Geraldo^{1*}; SIQUEIRA, Gustavo Rezende²; NOGUEIRA, José Ramos; REIS, Ricardo Andrade³; ROTH, Anna Paula de Toledo Piza³; ROTH, Marcella de Toledo Piza³

¹Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Pólo Centro Leste, Departamento de Descentralização do Desenvolvimento, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil.

²Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Pólo da Alta Mogiana, Departamento de Descentralização do Desenvolvimento, Colina, São Paulo, Brasil.

³Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Departamento de Zootecnia, Jaboticabal, São Paulo, Brasil.

*Endereço para correspondência: geraldobalheiro@apta.sp.gov.br

RESUMO

O objetivo neste trabalho foi avaliar a influência da adição de 0,0; 0,5; 1,0 e 2,0% de cal virgem (CaO) nas perdas fermentativas e na estabilidade aeróbia de silagens de cana-de-açúcar. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente ao acaso com quatro tratamentos e três repetições, em esquema de parcelas subdivididas. A adição de cal virgem não influenciou a perda de matéria seca durante a fase anaeróbia. Houve efeito linear positivo do aditivo no teor de MS das silagens. A adição de cal virgem aumentou o pH das silagens na abertura dos silos e os níveis de 1,0 e 2,0% do aditivo mantiveram os valores de pH e temperatura constantes durante nove dias de exposição das silagens ao ar, o que promoveu aumento da estabilidade aeróbia e menores perdas de matéria seca das silagens em aerobioses.

Palavras-chave: efluentes, gás, pH, recuperação, temperatura

SUMMARY

This work aimed to evaluate the effects of adding three levels (0.0; 0.5; 1.0 and 2.0%) of calcium oxide (CaO) on fermentation losses and aerobic stability of sugarcane silages. The experiment was carried out as a completely randomized design in a split-plot scheme with four treatments and three replicates. Calcium oxide addition did not affect dry matter losses during the anaerobic phase. The dry matter percentage increased linearly as calcium oxide percentage increased in the silage. The addition of calcium oxide resulted in higher pH at silo opening. The addition of 1.0 and 2.0% of CaO kept pH and temperature of the silages constant during nine days of air exposure, that result in higher aerobic stability and lower dry matter losses under aerobiosis.

Keywords: effluent, gas, pH, recovery, temperature

INTRODUÇÃO

Eficiência e escala de produção são imprescindíveis para obtenção de retornos financeiros compensadores na atividade pecuária. O aumento da produtividade demanda maior quantidade e qualidade das forragens, sendo a alimentação dos animais o item de maior peso no custo de produção (JOBIM et al., 2007). Magalhães et al. (2004) mencionam custos com alimentação de 64,90% das receitas obtidas com a venda do leite. A cana-de-açúcar detém a maior produtividade de massa entre as gramíneas tropicais, produzindo em média aproximadamente 86 t/ha de MS por ano (FRANZOLIN NETO et al., 1989). Devido ao seu alto teor de açúcares solúveis, é a forrageira com maior produção de nutrientes digestíveis totais (15 a 20 t/ha em um único corte), representando boa alternativa para aumento da receita líquida por hectare na pecuária leiteira (NUSSIO et al., 2002; MAGALHÃES et al., 2004) ou de corte (NUSSIO et al., 2003).

As principais restrições quanto à utilização da cana-de-açúcar em sistemas intensificados de produção de bovinos são a necessidade de corte diário, a baixa digestibilidade da fibra e os baixos conteúdos de proteína e minerais. As deficiências nutricionais podem ser eficientemente corrigidas com suplementos protéicos (MACITELLI et al., 2007) e minerais (LUCCI, 1997). A ensilagem representa uma solução operacional para eliminar o corte diário, pois evita sobras de um ano para outro e reduz os riscos de perda por fogo ou geada. Entretanto, o processo fermentativo deste tipo de silagem normalmente envolve perdas consideráveis de nutrientes, o que pode inviabilizar seu uso pelos

produtores. A predominância da fermentação alcoólica em silagens de cana-de-açúcar, reportada primeiramente por Preston et al. (1976), tem sido confirmada por diversos trabalhos. Perdas de MS em torno de 30% foram relatadas em pesquisas recentes no Brasil (FREITAS et al., 2006; PEDROSO et al., 2005). Com vistas à solução do problema, diversos tipos de aditivos têm sido testados na ensilagem de cana, como NaOH. Pedroso et al. (2007) utilizando 1% de NaOH observaram redução da FDN (64,5 vs 55,4%) e Ezequiel et al. (2005) demonstraram aumento de 45% na digestibilidade e 25% no consumo de matéria seca da cana-de-açúcar tratada com 1,5% de NaOH quando comparada à cana-de-açúcar *in natura*. No entanto, o NaOH apresenta restrições de uso em virtude das dificuldades operacionais e ao custo elevado.

Com as restrições do uso de NaOH pelos riscos inerentes a sua manipulação, ao meio ambiente e à redução de vida útil das máquinas, o CaO (cal virgem) e Ca(OH) (cal hidratada) surgem como possíveis alternativas para reduzir as perdas e aumentar a digestibilidade de silagens de cana-de-açúcar. Balieiro et al. (2007) observaram que a adição de CaO aumentou a digestibilidade da cana-de-açúcar antes da ensilagem e a digestibilidade e recuperação de MS digestível e de carboidratos não-fibrosos após a abertura dos silos.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos da adição de óxido de cálcio nas perdas fermentativas e na estabilidade aeróbia de silagens de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) cv. IAC 86/2480.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Pólo Regional Centro Leste da Agência Paulista de Pesquisa dos Agronegócios – APTA, em Ribeirão Preto – SP, e no Laboratório de Forragicultura do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias – FCAV/UNESP, em Jaboticabal - SP. A cana-de-açúcar IAC 86 - 2480, proveniente do canavial do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC - Centro de Cana-de-açúcar), Ribeirão Preto, SP, foi colhida com 12 meses (2º corte) com ensiladora acoplada ao trator, regulada para cortar a forragem em partículas de 1,0 cm de comprimento.

Quatro níveis de cal virgem foram adicionados à forragem picada, totalizando quatro tratamentos: 0,0; 0,5; 1,0 e 2,0% da matéria original. A cal virgem utilizada, registrada no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento como corretivo de acidez mineral, apresentou a seguinte composição química: 0,50% Al_2O_3 ; 1,26% CO_2 ; 94,59% CaO ; 0,22% Fe_2O_3 ; 0,36% MgO ; 0,09% P; 0,09% S e 1,80% SiO_2 .

Como silos experimentais, utilizaram-se baldes de plástico com capacidade de 5L. Cada balde possuía uma tampa adaptada com válvula tipo *Bunsen* para o escape de gases e 2,0 kg de areia no fundo, separados da forragem por uma tela plástica, para quantificação de efluentes. A cal virgem, na forma de pó micro pulverizado, foi misturada à cana

momentos antes da ensilagem. A forragem foi compactada nos silos com auxílio de “soquetes” de cimento de modo que a densidade atingisse 600kg/m^3 (RUPPEL et al., 1995). Após o enchimento, os silos foram vedados com fita adesiva, pesados e armazenados à sombra. Amostras para análise bromatológica foram coletadas após a aplicação dos tratamentos, antes da ensilagem, e na abertura dos silos, após 84 dias de armazenamento.

A perda total de matéria seca (PMS) durante o período de ensilagem foi calculada pela diferença entre o peso da MS inicial e final nos silos, conforme Jobim et al. (2007).

$$PMS = \frac{[(MSi - MSf)]}{MSi} \times 100,$$

em que PMS = perda total de MS (%); MSi = quantidade de MS inicial, calculada pelo peso do silo após enchimento, subtraído-se o peso do silo vazio com tampa, areia e tela antes do enchimento (tara seca) x teor de MS da forragem na ensilagem; MSf = quantidade de MS final, calculada pelo peso do silo cheio antes da abertura, subtraindo-se do peso do conjunto vazio, sem a forragem, após a abertura dos silos (tara úmida) x teor de MS da forragem na abertura.

A perda por gases (G) no processo de ensilagem foi obtida com base na pesagem dos silos no fechamento e na abertura, em relação à massa de forragem armazenada, descontando-se a tara do silo, conforme descrito por Jobim et al. (2007).

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

Em que G = perdas por gases (% da MS); PCen = peso do silo cheio na ensilagem (kg); Pen = peso do conjunto

(balde+tampa+areia+tela) na ensilagem (kg); MSen = teor de MS da forragem na ensilagem (%); PCab = peso do silo

cheio na abertura (kg); MSab = teor de MS da forragem na abertura (%).

A quantidade de efluentes (E) foi estimada pelo acréscimo no peso do conjunto balde, areia e tela, como segue:

$$E = \frac{(Pab - Pen) \times 1000}{(MVfe)}$$

em que E = produção de efluente (kg/t de massa verde); Pab = peso do conjunto (balde+areia+tela) na abertura (kg); Pen = peso do conjunto (balde+areia+tela) na ensilagem (kg); MVfe = massa verde de forragem ensilada (kg).

Para avaliação da estabilidade aeróbia, após homogeneização do conteúdo de cada silo, 3 kg de silagem foram colocados, sem compactação, em caixas de isopor e transferidos para câmara climática a $25 \pm 1^\circ\text{C}$. As temperaturas das silagens foram verificadas duas vezes ao dia durante nove dias, com uso de termômetro inserido no centro da massa de forragem, conforme Bernardes et al. (2007) e Kung Júnior et al. (1998). Os parâmetros de avaliação da estabilidade aeróbia foram calculados conforme proposto por O'Kiely et al. (1999) e expressos em número de dias para elevação da temperatura da silagem, em 2°C em relação à temperatura ambiente, número de dias para atingir a temperatura máxima, temperatura máxima e soma das médias diárias de temperatura nas silagens expostas ao ar de 0 a 9 dias. O pH das silagens, do dia da abertura ao nono dia de exposição aeróbia, foi determinado segundo o procedimento descrito por Kung Júnior et al. (1984). Amostras de 25 g de silagem foram retiradas diariamente de cada unidade experimental e processadas em liquidificador com 225 mL de água

deionizada, por cerca de um minuto. O pH foi medido diretamente nos extratos aquosos com uso de potenciômetro digital.

O conteúdo de matéria seca da forragem no momento da ensilagem, na abertura dos silos e nove dias após abertura, foi determinado de acordo com Silva & Queiroz (2002). A recuperação de matéria seca (RMS) em aerobiose ao final de nove dias de exposição ao ambiente foi obtida de acordo com Bernardes et al. (2007), utilizando-se a seguinte equação:

$$RMS = \frac{(MFf \times MSf)}{(MFi \times MSi)} \times 100$$

em que: RMS = índice de recuperação de matéria seca; MFf = massa de forragem final; MSf = teor de MS final; MFi = massa de forragem inicial; MSi = teor de MS inicial.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso com quatro tratamentos e três repetições em parcela subdividida no tempo, em que as doses de aditivo corresponderam às parcelas e os tempos de avaliação, às subparcelas. Quando verificada significância para doses de cal, realizou-se a análise de regressão linear polinomial com uma variável regressora, para componentes do primeiro e segundo grau.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença significativa na perda total de MS entre os tratamentos, como resultado do efeito conjunto das perdas gasosas e por efluentes nas silagens (Tabela 1). As perdas totais de MS foram de 19 a 23% (Tabela 1), inferiores à encontrada por Pedroso et al. (2005), em torno de 30%.

Tabela 1. Teor de matéria seca e perdas fermentativas de silagens de cana-de-açúcar

Cal (%)	MS (%)	Perda (% da MS)	Efluentes kg/t MV	Gás (% da MS)
0,0	25,18	19,4	6,4	18,3
0,5	26,47	19,7	27,1	15,9
1,0	27,41	23,0	20,7	20,2
2,0	28,46	19,1	9,3	17,7

MS = matéria seca; MV = massa verde.

O efeito do aditivo na produção de efluentes foi quadrático, com a seguinte equação de regressão: $y = 8,70115152 + 33,07751515 x - 16,56303030 x^2$ ($R^2 = 0,49$). Silagens com dosagens de aditivo inferiores (0,5 e 1,0%) apresentaram produção de efluentes superiores às silagens com a maior dose (2,0%). A quantidade de efluente está diretamente relacionada ao teor de umidade do material. No momento da abertura dos silos, houve efeito linear do aditivo no teor de MS da silagem, representado pela equação de regressão $y = 25,49267 + 1,59029 x$ ($R^2=0,69$). A quantidade de efluente encontrada na silagem sem cal virgem (6,4 kg/t de massa verde) foi semelhante à observada por Pedroso et al. (2005), em que a perda por efluente aos 45 dias após a ensilagem foi de 7,41 kg/t de massa verde, para silagens com 26% de MS.

De acordo com Woolford (1978), alguns aditivos podem alterar a integridade estrutural das células da planta e sua capacidade em reter água, levando à ruptura e vazamento de conteúdo celular. As atividades de respiração da planta e crescimento de microrganismos produzem água e contribuem para a formação de efluentes. Bastiman (1976) sugere que aditivos que suprimem a fermentação reduzem o fluxo de efluente. Desta forma, provavelmente as doses 0,5 e

1,0% de cal virgem aumentaram a disponibilidade de nutrientes para os microrganismos pela ruptura das células, não sendo, no entanto, suficientes para conter a proliferação dos mesmos, resultando em aumento na produção de efluentes (27,1 e 20,7 kg/t de massa verde, respectivamente). No entanto, a menor produção de efluentes observada com maior dose de aditivo (9,3 kg t⁻¹ de massa verde) não pode ser explicada pela redução da produção de água metabólica, devido à atividade microbiana, pois não houve efeito do aditivo sobre a produção de gás, em média de 18% da MS. Talvez o efeito de maiores doses de aditivo, em reduzir efluente, ocorra em virtude de sua ação higroscópica, que retém a perda de água da silagem.

A aplicação da cal virgem ocasionou efeito linear positivo nos valores de pH no dia da abertura e resultou na equação de regressão $y = 3,70867 + 0,65010 x$ ($R^2=0,98$). O alto teor de carboidratos solúveis e o baixo teor de proteína bruta inibem na cana-de-açúcar a resistência à queda de pH, mas os valores elevados de pH não classificam a silagem como de baixa qualidade, haja vista a natureza fortemente alcalina do produto adicionado.

Houve interação significativa de aditivo e tempo nos valores de pH das silagens após abertura dos silos (Figura 1).

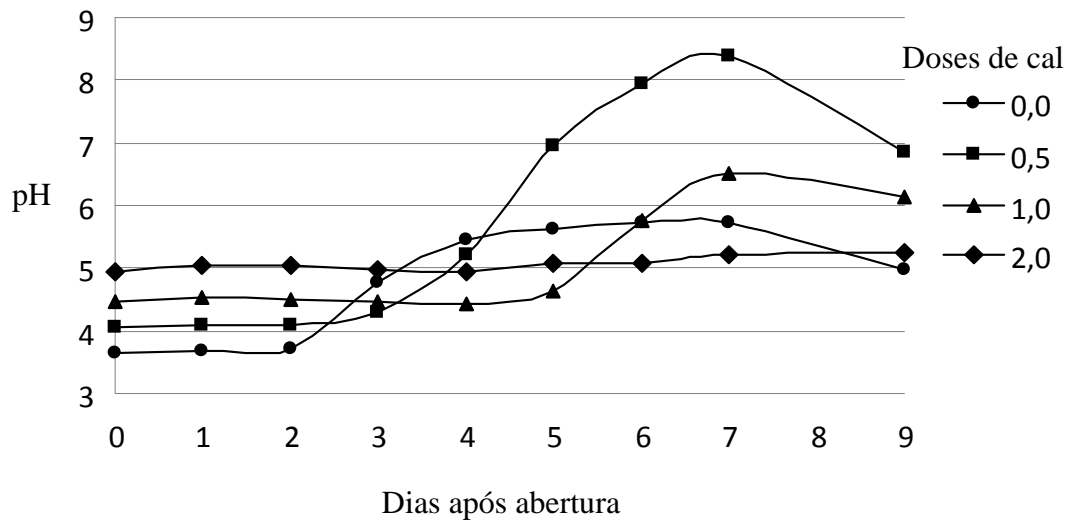


Figura 1. Valores de pH de silagens de cana-de-açúcar durante a exposição ao ambiente

No primeiro e segundo dia após abertura, o efeito do aditivo foi linear, representado pelas equações $y = 3,73133 + 0,67657 x$ ($R^2 = 0,97$) e $y = 3,762 + 0,65486 x$ ($R^2 = 0,97$), respectivamente (Figura 1). No terceiro dia, o efeito do aditivo foi quadrático, com a equação $y = 4,72069697 - 0,835363636 x + 0,482727273 x^2$ ($R^2 = 0,65$), em função de a silagem sem aditivo sofrer aumento de pH em relação àquela com 0,5%, enquanto silagens com 1 e 2% mantiveram os valores entre 4,4 a 4,5 e 4,9 a 5,0, respectivamente (Figura 1). No quarto, quinto e sexto dias, não houve efeito significativo do aditivo sobre os valores de pH. No sétimo e nono dias em aerobiose, ocorreram efeitos quadráticos do aditivo sobre o pH, que geraram as equações $y = 6,176727273 + 2,974606061 x - 1,767878788 x^2$ ($R^2 = 0,53$) e $y = 5,197484848 + 2,803848485 x - 1,406363636 x^2$ ($R^2 = 0,55$), respectivamente, em função da elevação dos valores de pH das silagens com 0,5 e 1% de aditivo e manutenção dos

valores das silagens com 2,0% de aditivo (Figura 1). Os valores de pH da silagem com 2,0% de aditivo praticamente não se alteraram durante o período de exposição ao ar e, quanto maior a dose do aditivo, por mais tempo postergou-se o aumento de pH (Figura 1). Os efeitos do tempo nos valores de pH das silagens sem e com 0,5; 1,0 e 2,0% de aditivo foram os seguintes: $\text{pH} = 3,166727273 + 0,745199856 x - 0,057720694 x^2$ ($R^2 = 0,82$); $\text{pH} = 3,234878788 + 0,821386003 x - 0,034593625 x^2$ ($R^2 = 0,72$); $\text{pH} = 4,46312268 - 0,091154235 x + 0,034912289 x^2$ ($R^2 = 0,61$); $\text{pH} = 4,993818182 - 0,014750361 x - 0,005134539 x^2$ ($R^2 = 0,44$), respectivamente.

Bernardes et al. (2007) também encontraram acréscimo nos valores de pH em silagens de capim-marandu com o avanço do tempo de exposição ao ar. O aumento nos valores de pH deve-se ao consumo de ácidos orgânicos por microrganismos, como fonte de energia para crescimento, durante o processo de

deterioração, conforme mencionado por Pahlow et al. (2003). Segundo Cherney & Cherney (2003), o pH representa bom indicador da qualidade de silagens com baixo teor de MS. Assim, aumentos antecipados dos valores de pH nas silagens sem tratamento e com 0,5% de cal virgem indicam deterioração e menor estabilidade aeróbia. Por outro lado, a manutenção dos valores em silagens com 1,0 e 2,0% deve-se à

maior preservação na fase aeróbia. Os resultados do aditivo nas silagens expostas ao ar estão de acordo com aqueles encontrados por Domingues et al. (2006) na cana *in natura*.

O aumento no valor de pH das silagens sem cal e com 0,5% de aditivo quando expostas ao ar foi acompanhado pelo incremento de temperatura da forragem, indicando início da deterioração (Figura 2).

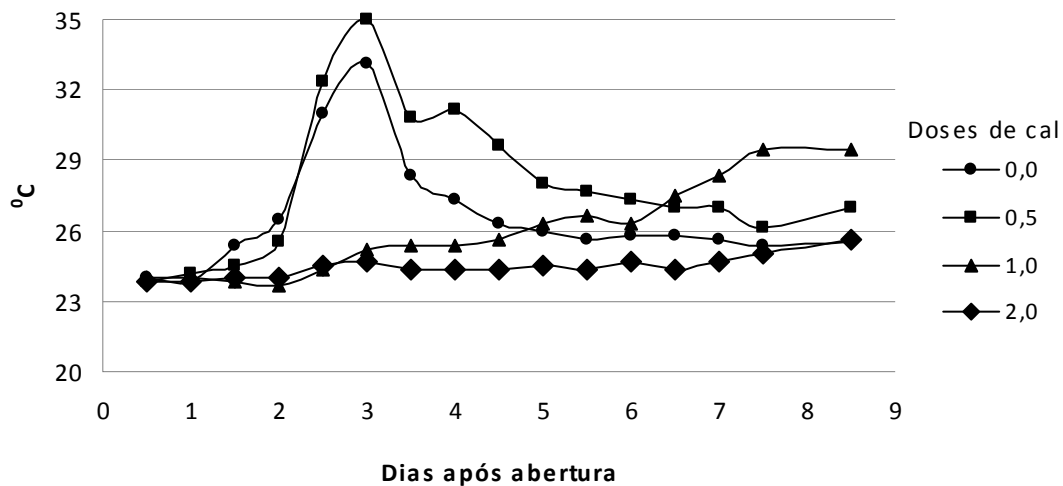


Figura 2. Temperatura de silagens de cana-de-açúcar durante a exposição ao ambiente

Incremento de temperatura da forragem em aerobiose, decorrente da respiração da planta e/ou do crescimento de microrganismos aeróbicos (WOOLFORD, 1978), envolve utilização de ácidos orgânicos e outros nutrientes solúveis como fonte de energia, resultando em perda de nutrientes. Houve efeito linear da cal virgem na perda total de matéria seca durante nove dias de exposição das silagens ao ar, representado pela seguinte equação de regressão:

$y = 18,56533 - 9,79467 x$ ($R^2 = 74$), que demonstra melhor preservação nas silagens com níveis mais elevados de cal virgem. O tempo necessário para elevação de 2°C na massa de forragem em aerobiose em relação à temperatura ambiente foi maior quando utilizadas maiores doses de aditivo (Tabela 2). A temperatura máxima atingida pela silagem em aerobiose foi reduzida em silagens com maiores doses de aditivo (Tabela 2).

Tabela 2. Variáveis de temperatura associadas à estabilidade aeróbia de silagens de cana-de-açúcar

Variáveis	Cal virgem (%)				Equações	R ²	CV
	0,0	0,5	1,0	2,0			
St ^o C 0-9 dia	163,0	174,6	160,0	147,7	$y = 170,10667 - 10,02667 x$	0,42	5,22
t ^o C máx.	34,8	35,0	30,0	26,0	$y = 35,76667 - 4,82857 x$	0,68	7,81
Dias t ^o C máx.	3,0	2,8	8,0	>10	$y = 3,0666 - 5,7333 x + 10,6666 x^2$	0,96	12,7
Dias t ^o C>2 ^o C	2,2	2,2	6,6	>10	$y = 2,2 - 4,4 x + 8,8 x^2$	0,93	17,5

St^oC 0-9 dia = soma da média diária de temperatura de 0 a 9 dias de exposição ao ambiente; t^oC máx. = temperatura máxima atingida pela massa; dias t^oC máx. dias = número de dias para se atingir a temperatura máxima; dias t^oC>2^oC = número de dias para elevação da temperatura em 2^oC.

Conclui-se que o uso de cal virgem não reduz as perdas de matéria seca durante a ensilagem da cana-de-açúcar, sendo o nível de 1% de cal aquele que resulta em perdas significativas de efluentes, podendo carrear nutrientes, mas os de 1,0 e 2,0% proporcionam maior estabilidade aeróbia e menores perdas de matéria seca quando as silagens são expostas ao ar, representando boa opção para preservar a forragem após a abertura dos silos.

REFERÊNCIAS

- 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, n.5, p.1231-1239, 2007. [[Links](#)].
- BASTIMAN, B. Factors affecting silage effluent production. **Experimental Husband**, v31.,p.40-46, 1976. [[Links](#)].
- BERNARDES, T.F.; REIS, R.A.; SIQUEIRA, G.R.; AMARAL, R.C.; PIRES, A.J.V. Estabilidade aeróbia da ração total e de silagens de capim-marandu tratadas com aditivos químicos e bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.754-762, 2007. [[Links](#)].
- CHERNEY, J.H.; CHERNEY, D.J.R. Assessing Silage Quality. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.; HARRISON, J. (Eds.). **Silage Science and Technology**. Madison: American Society of Agronomy, 2003. p.141-198. [[Links](#)].
- DOMINGUES, F.N.; OLIVEIRA, M.D.S.; SIQUEIRA, G.R.; ROTH, A.P.T.P.; SANTOS, J.; ANDRADE, A.T.; MONTEIRO, R.R.; ROTH, M.T.P.; MAGARIO, F.B. Efeitos das doses de cal (CaO) microprocessada e do tempo após o tratamento sobre a estabilidade aeróbica e dinâmica de microrganismos da cana-de-açúcar “in natura”. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006. [[Links](#)].

EZEQUIEL, J.M.B.; QUEIROZ, M.A.A.; GALATI, R.L.; MENDES, A.R.; PEREIRA, E.M.O.; FATURI, C.; NASCIMENTO FILHO, V.F.; FEITOSA, J.V. Processamento da Cana-de-açúcar: efeitos sobre a digestibilidade, o consumo e ao taxa de passagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1704-1710, 2005. [[Links](#)].

FRANZOLIN NETO, R.; ZANETTI, M.A.; HERLING, V.R.; LIMA, M.L.P. Efeitos de diferentes níveis de dois compostos tamponantes sobre a digestibilidade de rações contendo bagaço de cana-de-açúcar hidrolisado como volumoso. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.18, n.5, p.456-461, 1989. [[Links](#)].

FREITAS, A.W.P.; PEREIRA, J.C.; ROCHA, F.C.; DETMANN, E.; RIBEIRO, M.D.; COSTA, M.G.; LEONEL, F.P. Características da silagem de cana-de-açúcar tratada com inoculante bacteriano e hidróxido de sódio e acrescida de resíduo da colheita de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.48-59, 2006. [[Links](#)].

JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, A.R.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.101-119, 2007. Supl. [[Links](#)].

KUNG JÚNIOR, L.; GRIEVE, D.B.; THOMAS, J.W.; HUBER, J.T. Added ammonia or microbial inocula for fermentation and nitrogenous compounds of alfafa ensiled at various percents of dry matter. **Journal of Dairy Science**, v.67, p.299-306, 1984. [[Links](#)].

KUNG JÚNIOR, L.; SHEPERD, A.C.; SMAGALA, A.M.; ENDRES, K.M.; BESSETT, C.A.; RANJIT, N.K.; GLANCEY, J.L. 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, p.1322-1330, 1998. [[Links](#)].

LUCCI, C.S. **Nutrição e Manejo de Bovinos Leiteiros**. Tamboré: Manole, 1997 169p. [[Links](#)].

MACITELLI, F.; BERCHIELLI, T.T.; MORAIS, J.A.S.; SILVEIRA, R.N.; CANESIN, C. Desempenho e rendimento de carcaça de bovinos mestiços alimentados com diferentes volumosos e fontes protéicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1516-3598, 2007. [[Links](#)].

MAGALHÃES, A.L.R.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C.; TORRES, R.A.; MENDES NETO, J.; ASSIS, A.J. Cana-de-açúcar em substituição a silagem de milho em dietas para vacas em lactação: desempenho e viabilidade econômica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1292-1302, 2004. [[Links](#)].

NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; PAZIANI, S.F.; SANTOS, F.A.P. Volumosos suplementares: estratégia de decisão e utilização. In: EVANGELISTA, A.R.; SILVEIRA, P.J.; ABREU, J.G. **Forragicultura e pastagens**: Temas em evidência. Lavras: UFLA, 2002. p.193-232. [[Links](#)].

NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P.;
PEDROSO, A.F. Silagem de cana-de-
açúcar In: EVANGEISTA, A.R.; REIS,
S.T.; GOMIDE, E.M. (Ed.)

Forragicultura e pastagens: temas em
evidência - Sustentabilidade. Lavras:
UFLA, 2003. p.49-72. [[Links](#)].

O'KIELY, P.; MOLONEY, A.;
KEATING, T. SHIELS P. **Maximizing
output of beef within cost efficient,
environmentally compatible forage
conservation systems.** Dunsany:
Grange Research Centre, 1999. 64p.
(Beef Productions Series, 10). [[Links](#)].

PAHLOW, G; MUCK, R.E.;
DRIEHUIS, F.; OLDE ELFERINK,
S.J.W.H.; SPOELSTRA, S.H.
Microbiology of ensiling. In:
BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.;
HARRISON, J.H. (Eds.) **Silage Science
and Technology.** Madison: American
Society of Agronomy, 2003. p.31-93.
[[Links](#)].

PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.;
LOURES, D.R.S.; PAZIANI, S.F.;
IGARASI, M.S.; COELHO, R.M.;
HORII, J.; ANDRADE, R.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.
[[Links](#)].

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. [[Links](#)].

PRESTON, T. R.; HINOJOSA, C.;
MARTINEZ, L. Ensiling of sugar cane
with ammonia molasses and mineral
acids. **Tropical Animal Production**,
v.1, p.120-126, 1976. [[Links](#)].

RUPPEL, K.A.; PITT, R.E.; CHASE,
L.E.; GALTON, D.M. Bunker silo
management and its relationship to
forage preservation on dairy farms.
Journal of Dairy Science, v.78, n.1,
p.141-153, 1995. [[Links](#)].

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise
de alimentos:** métodos químicos e
biológicos. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002.
235p. [[Links](#)].

WOOLFORD, M.K. The problem of
silage effluent. **Herbage Abstracts**,
v.48, p.397-403, 1978. [[Links](#)].

Data de recebimento: 06/08/2008
Data de aprovação: 12/12/2008