

# Óxido de cálcio na ensilagem de cana-de-açúcar

Calcium oxide in the sugar cane ensiling

---

*Hélio Henrique Vilela<sup>1</sup>; João Batista de Oliveira Junior<sup>2</sup>; Valdir Botega Tavares<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> D.Sc., Professor do curso de Zootecnia do Centro Universitário de Patos de Minas, MG.  
E-mail: h2vilela@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Zootecnista.

<sup>3</sup> D.Sc., Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas, Rio Pomba, MG. E-mail: valdirbotega@yahoo.com.br

---

**Resumo:** O objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização de doses de óxido de cálcio (cal) na ensilagem da cana-de-açúcar. Para isso, utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e três repetições. Os tratamentos consistiram na ensilagem da cana-de-açúcar sem a utilização do óxido de cálcio (controle) e ensilagem utilizando 0,5%, 1,0% e 1,5% de óxido de cálcio. A cana-de-açúcar foi ensilada com 31,8% de MS em silos experimentais de PVC, os quais permaneceram fechados por 202 dias. Após esse período, os silos foram abertos e parte da silagem central de cada silo foi utilizada para avaliação do potencial hidrogeniônico (pH) e das porcentagens de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina e hemicelulose. Utilizando-se dos pesos dos silos, também se calculou a produção de efluentes. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, em seguida, à análise de regressão. A porcentagem de PB (5,4%), de lignina (8,7%) e a produção de efluente (46 kg/t de matéria natural) não foram influenciadas ( $P>0,05$ ) pelos tratamentos. No entanto, foi observado efeito linear ( $P<0,05$ ) para as variáveis MS e FDA e efeito quadrático ( $P<0,05$ ) para as variáveis FDN e pH. A utilização de 1 a 1,5% de óxido de cálcio na ensilagem de cana-de-açúcar proporcionou parâmetros indicativos de uma silagem de melhor qualidade.

**Palavras-chave:** Produção de efluente. Silagem. Valor nutritivo.

**Abstract:** The aim of this study was to evaluate the use of doses of calcium oxide (lime) in the sugar cane ensiling. For this, it was used a completely randomized design with four treatments and three replications. The treatments consisted in the ensiling of sugar cane without the use of calcium oxide (control) and ensiling using 0.5%; 1.0% and 1.5% of calcium oxide. The sugar cane was ensiled with 31% of dry matter in experimental PVC silos, which remained closed for 202 days. After this period, the silos were opened and part of the central silage of each silo was used for evaluation of hydrogen potential and percentage of dry matter, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, lignin and hemicellulose. Using the weights of silos, it was calculated the production of effluents. The obtained data were subjected to variance analysis and, after this, to

the regression analysis. The percentage of CP (5.4%), lignin (8.7%) and the production of effluents (46 kg/t of natural matter) were not influenced ( $P>0.05$ ) by treatments. However, it was observed a linear effect ( $P<0.05$ ) for the variables DM and ADF and quadratic effect ( $P<0.05$ ) for the variables pH and NDF. The use of 1 to 1.5% of calcium oxide in the ensiling of sugar cane afforded indicative parameters of a better silage quality.

**Keywords:** Nutritive value. Effluents Production. Silage.

## Introdução

A cana-de-açúcar é amplamente utilizada como volumoso, principalmente para os animais ruminantes, durante a época de escassez de forragem. Isso porque ela representa uma cultura de fácil manejo e possui seu melhor valor nutritivo justamente na época em que os pastos se encontram na entressafra. No entanto, um dos entraves de sua utilização é a logística operacional de colheita diária. Várias revisões apontam que o corte diário da cana-de-açúcar é a principal justificativa para a ensilagem dessa forrageira (NUSSIO *et al.*, 2003; RESENDE *et al.*, 2005; SIQUEIRA *et al.*, 2008). Nesse sentido, a partir da década de 90, houve no Brasil um aumento considerável na utilização da cana-de-açúcar para ensilagem.

Todavia, a ensilagem da cana-de-açúcar deve ser realizada obedecendo a algumas recomendações técnicas em função das grandes perdas que podem ocorrer na fermentação alcoólica causada por leveduras durante seu armazenamento. Nesse sentido, o uso de aditivos, químicos e/ou biológicos, com objetivo de controlar a fermentação alcoólica, é praticamente indispensável na ensilagem da cana-de-açúcar. Dentre esses aditivos, destacam-se os estudos realizados utilizando hidróxido de sódio (SIQUEIRA *et al.*, 2010), óxido de cálcio e cloreto de sódio (AMARAL *et al.*, 2009; REZENDE *et al.*, 2011), ureia (SOUSA *et al.*, 2008; SIQUEIRA *et al.*, 2010).

A utilização do óxido de cálcio na ensilagem da cana-de-açúcar tem como objetivo controlar o crescimento de leveduras em condições anaeróbias em função do aumento dos valores de pH e da pressão osmótica, o que, conseqüentemente, altera a população de microrganismos (SIQUEIRA *et al.*, 2007b). Santos (2007), em revisão sobre o uso de aditivos alcalinos, constatou que esses aditivos podem neutralizar parcialmente os ácidos orgânicos, aumentando o tempo de fermentação e favorecendo a produção de ácidos durante a fermentação.

Na ensilagem da cana-de-açúcar, os valores de pH decrescem rapidamente, inibindo, dessa forma, a atuação da maioria dos microrganismos. Como as leveduras são tolerantes a essa alteração do ambiente, elas passam a dominar o processo fermentativo da cana-de-açúcar. Como a utilização do óxido de cálcio aumenta o tempo de fermentação, possivelmente poder-se-á prolongar a atuação de microrganismos fermentadores que geram menores perdas (SIQUEIRA, 2009). Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização de doses de óxido de cálcio na ensilagem da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*).

## Material e Métodos

O experimento foi realizado no Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), em Patos de Minas – MG, utilizando o delineamento experimental inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 3 repetições. Os tratamentos consistiram na utilização de diferentes doses de óxido de cálcio (cal) na ensilagem da cana-de-açúcar, a saber: tratamento controle (cana-de-açúcar ensilada sem cal) e cana-de-açúcar ensilada com 0,5%, 1,0% e 1,5% de cal. A cana-de-açúcar foi ensilada no dia 07 de outubro de 2011 com 31,8% de matéria seca. Inicialmente, a cana-de-açúcar foi cortada e imediatamente picada em picadeira estacional. Posteriormente, foram pesados 30 kg de cana-de-açúcar picada, nos quais foram misturadas e homogeneizadas as diferentes porcentagens de cal.

A ensilagem foi confeccionada em silos de PVC dotados de válvulas tipo *Bünsen*, para permitir a saída de gases. Antes da ensilagem, foram colocadas 0,400g de areia seca e 2 telas de sombrite no fundo de cada silo, para separar a cana-de-açúcar da areia e o conjunto silo + tampa + tela + areia pesado. Após a ensilagem, os silos foram novamente pesados. Esse procedimento se faz necessário para posterior determinação da produção de efluentes. Os silos permaneceram fechados por 202 dias. Antes da abertura, eles foram novamente pesados. Após essa pesagem, a silagem presente nos 10 cm superiores e inferiores do silo foi descartada e a massa da parte central utilizada para determinação das seguintes variáveis:

- Porcentagem de MS: determinada por secagem em estufa a 105 °C, até peso constante, após a secagem em estufa a 65 °C (AACC, 1976);
- pH: determinado pelo método descrito por Silva e Queiroz (2002);
- Porcentagem de PB: foi determinado o teor de nitrogênio utilizando-se o aparelho de destilação a vapor micro-Kjedahl, conforme a AOAC (1970). Posteriormente, a porcentagem de PB foi calculada utilizando-se o fator de conversão 6,25.
- Porcentagem de FDN e FDA: determinadas segundo metodologia proposta por Van Soest (1967);
- Porcentagem de lignina: determinada por meio de hidrólise ácida, de acordo com Van Soest *et al.* (1991).

Essas análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal e Bromatologia do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), em Patos de Minas – MG.

A porcentagem de hemicelulose foi obtida por meio da subtração entre a porcentagem de FDN e FDA (% Hemicelulose = %FDN - %FDA).

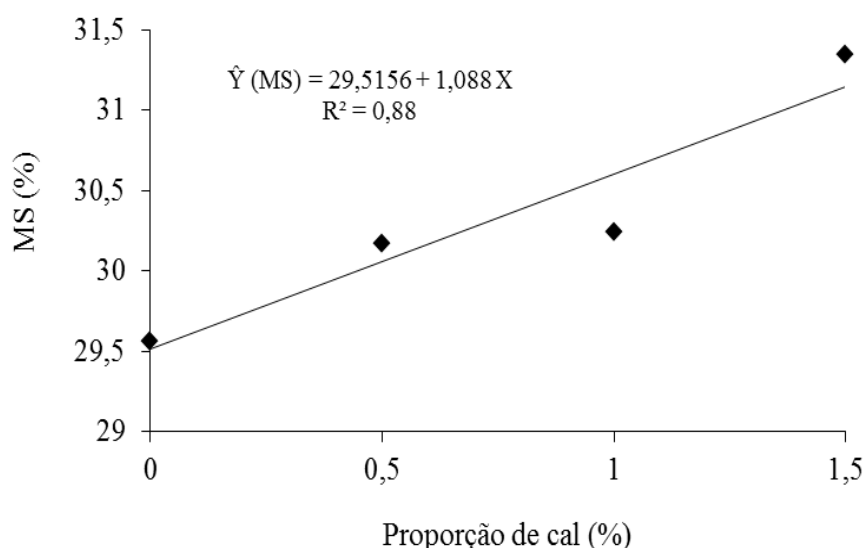
Para determinação da produção de efluente, foi utilizada a seguinte fórmula:  $PE = (PSAF - PSAI)/MNI * 1000$ : PE = produção de efluente (kg/t de matéria natural), PSAF = peso do conjunto silo, areia e tela após a abertura (kg), PSAI = peso do conjunto silo, areia e tela antes da ensilagem (kg), MNI = quantidade de forragem ensilada (kg).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, posteriormente, à análise de regressão, utilizando-se o software computacional Análise de Variância para Dados Balanceados – SISVAR (FERREIRA, 2000). Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o nível de significância de 5% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

A porcentagem de PB (5,4% – CV: 9,7%), de lignina (8,7% – CV: 13,5%) e a produção de efluente (46 kg/t de matéria natural – CV: 61,2%) não foram influenciadas ( $P>0,05$ ) pelos tratamentos. Balieiro Neto *et al.* (2007) também trabalharam com doses crescentes de óxido de cálcio na ensilagem da cana-de-açúcar e não encontraram diferenças estatísticas para a porcentagem de PB, com média de 3,2%. Quanto à produção de efluentes, o valor observado encontra-se dentro da variação constatada na literatura, que vai de 7,0 kg/t matéria natural (PEDROSO *et al.*, 2007) a 76,2 kg/t matéria natural (SIQUEIRA *et al.*, 2007a). No entanto, foi observado efeito linear ( $P<0,05$ ) para a porcentagem de MS das silagens (Figura 1).

**Figura 1:** Porcentagem de MS das silagens de cana-de-açúcar tratadas com diferentes proporções de cal.



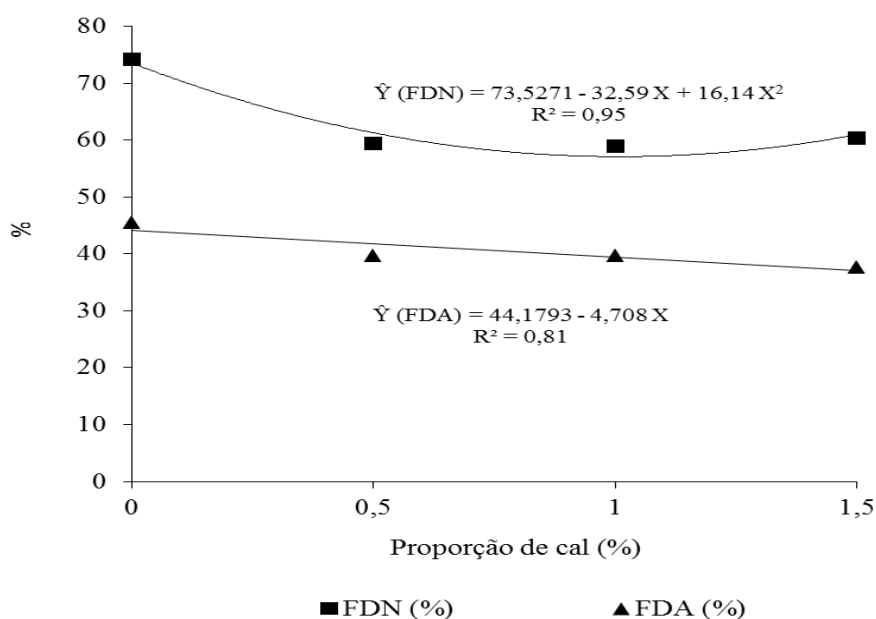
A porcentagem de MS aumentou linearmente com o aumento nas doses de cal, com maior porcentagem observada nas silagens tratadas com 1,5% de cal. Logicamente, a maior quantidade de cal utilizada promoveu maior porcentagem de MS, visto que esse aditivo apresenta alta porcentagem de MS (em torno de 99%). Adicionalmente, quando comparada a porcentagem de MS da cana-de-açúcar fresca no dia da ensilagem (31,8%) com a porcentagem de MS da silagem de cana-de-açúcar tratada com 1,5% de cal (31,3%), observa-se que foi nesse tratamento que houve a menor variação na porcentagem de MS em relação aos demais tratamentos. Isso indica que, possivelmente, ocorreu maior controle da fermentação alcoólica causada por leveduras, reduzindo a perda de MS, o que contribuiu para a maior porcentagem de MS observada.

Siqueira (2009) observou que a adição de óxido de cálcio na ensilagem de cana-de-açúcar proporcionou redução na variação da MS das silagens. Isso ocorre porque o óxido de cálcio é um aditivo alcalinizante e pode alterar a população de microrganismos presente na silagem pela redução da atividade de água e pela elevação

do pH (SANTOS *et al.*, 2008). Nesse sentido, pode-se inferir que a presença de óxido de cálcio na cana-de-açúcar reduziu a atividade da água, restringindo o crescimento de leveduras, que são os principais responsáveis pela redução do conteúdo de MS nas silagens de cana-de-açúcar. De fato, no levantamento realizado por Schmidt (2008) sobre a utilização de óxido de cálcio na ensilagem da cana-de-açúcar, verificou-se que os resultados das pesquisas têm sido bastante positivos, com redução nas perdas de MS.

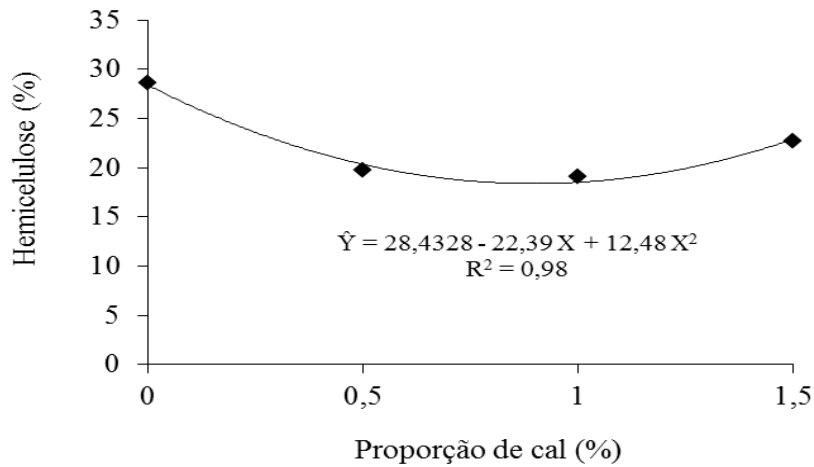
Em relação à porcentagem de FDN e FDA, verificou-se, respectivamente, efeito quadrático e linear (Figura 2).

**Figura 2:** Porcentagem de FDN e FDA das silagens de cana-de-açúcar tratadas com diferentes proporções de cal.



Segundo Balieiro Neto *et al.* (2007), a utilização de cal na ensilagem de cana-de-açúcar aumenta a solubilização da hemicelulose e reduz os constituintes da parede celular. De fato, isso foi observado nesse trabalho, conforme pode ser visualizado na Figura 3, em que as silagens tratadas com óxido de cálcio apresentaram menores teores de hemicelulose, contribuindo para que os valores de FDN e FDA também fossem menores nas silagens tratadas com óxido de cálcio (Figura 2).

**Figura 3:** Porcentagem de Hemicelulose das silagens de cana-de-açúcar tratadas com diferentes proporções de cal.

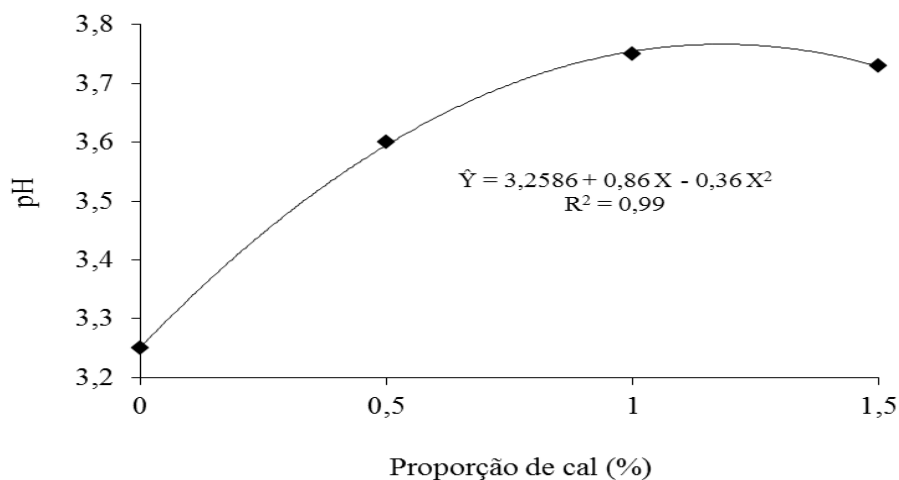


Isso possivelmente explica as menores porcentagens de FDN observadas nas silagens tratadas com óxido de cálcio, conforme observado por Cavali *et al.* (2006). Adicionalmente, é possível que, nas silagens não tratadas com óxido de cálcio, tenha havido maior consumo das frações orgânicas solúveis, contribuindo para aumentar as porcentagens de FDN e FDA.

A redução no teor de FDN, composta basicamente de celulose, hemicelulose e lignina, não significa necessariamente que esses compostos tenham sido retirados da cana após o tratamento alcalino. O que de fato deve ter ocorrido é que, após a hidrólise, as ligações entre as moléculas de celulose (pontes de hidrogênio) e as ligações entre as moléculas de hemicelulose e lignina (ligações do tipo éster) foram quebradas e, no processo de extração do detergente neutro, esses compostos provavelmente foram lavados, promovendo redução da FDN (HENRIQUES *et al.*, 2007).

Na Figura 4, pode-se observar que os resultados para o pH das silagens se ajustaram melhor ao efeito quadrático ( $P < 0,05$ ).

**Figura 4.** Potencial hidrogeniônico (pH) das silagens de cana-de-açúcar tratadas com diferentes proporções de cal.



Assim como já era esperado, maiores valores de pH foram observados nas silagens tratadas com óxido de cálcio. Isso provavelmente ocorreu em função da natureza fortemente alcalina do aditivo utilizado, assim como observado por Rezende *et al.* (2011) e Santos *et al.* (2008). A forragem quando é tratada com aditivos alcalinizantes apresenta capacidade tampão superior às silagens não tratadas (SANTOS *et al.*, 2008; SIQUEIRA *et al.*, 2010), ou seja, apresentam uma maior resistência à variação do pH, o que também explica os maiores valores observados nas silagens tratadas com óxido de cálcio.

## Conclusão

A utilização de 1 a 1,5% de óxido de cálcio na ensilagem de cana-de-açúcar proporcionou parâmetros indicativos de uma silagem de melhor qualidade.

## Referências

- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. A.A.C.C. *Approved methods of the American Association of Cereal Chemists*. 7ed. St. Paul, 1976. 256p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. A.O.A.C. *Official Methods of Analyses of the Association of Official Analytical Chemists*. 11ed. Washington, 1970. v.1, 1015p.
- AMARAL, R. C.; PIRES, A. V.; SUSIN, I.; NUSSIO, L.G.; FERREIRA, E.M.; GENTIL, R.S. Cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada com e sem aditivos químicos: estabilidade aeróbia dos volumosos e das rações. *R. Bras. Zootec.*, v.38, n.10, p.1857-1864, 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. *R. Bras. Zootec.*, v.36, n.5, p.1231-1239, 2007.
- CAVALI, J.; PEREIRA, O.G.; SOUSA, L.O.; PENTEADO, D.C.S; CARVALHO, I.P.C; SANTOS, E.M.; CESÁRIO, A. Silagem de cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio: composição bromatológica e perdas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. *Anais...*João Pessoa: SBZ, 2006.
- FERREIRA, D. F. *Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas*. Lavras: UFLA, 2000. 66 p.
- HENRIQUES, L.T.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; PINA, D.S.; COSTA, V.A.C; FONSECA, M.A.; BENEDETI, P.D.B.; DINIZ, L.L. Composição química e degradação *in situ* da fibra em detergente neutro da cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio em diferentes doses de inclusão e tempos de armazenagem. In: XVII Congresso Brasileiro de Zootecnia – ZOOTEC 2007, Londrina, PR. *Anais...* XVII Congresso Brasileiro de Zootecnia, 2007.

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, 2003. 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. *R. Bras. Zootec.*, v.36, n.3, p.558-564, 2007.

RESENDE, F.D.; SIGNORETTI, R.D.; COAN, R.M.; SIQUEIRA, G.R. 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.

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. *R. Bras. Zootec.*, v.40, n.4, p.739-746, 2011.

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. *R. Bras. Zootec.*, v.37, n.9, p.1555-1563, 2008.

SANTOS, M.C. *Aditivos químicos para o tratamento da cana-de-açúcar in natura e ensilada (Saccharum officinarum L.)*. 2007. 112p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Ciência Animal e Pastagem) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2007.

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

SIQUEIRA, G. R.; 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. *R. Bras. Zootec.*, v.39, n.1, p.103-112, 2010.

SIQUEIRA, G.R. *Aditivos na silagem de cana-de-açúcar "in natura" ou queimada*. 2009. 107f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista/Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2009.

SIQUEIRA, G.R.; RESENDE, F.D.; ROMAN, J.; REIS, R.A.; 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.; 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. *R. Bras. Zootec.*, v.36, n.6, p.2000-2009, 2007a (suplemento).

SIQUEIRA, G.R., BERNARDES, T.F.; SIGNORETTI, R.D.; REIS, R.A.; RESENDE, F.D. 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, 2007b. p.165-227.

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. *R. Bras. Zootec.*, v.37, n.9, p.1564-1572, 2008.

VAN SOEST, P.J. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forages. *Journal of Animal Science*, v.26, p.119-128, 1967.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.