

# Avaliação do efeito de aditivos no controle da fermentação alcoólica e das perdas em silagens de cana-de-açúcar

## 1. Introdução

O uso da cana-de-açúcar na alimentação de rebanhos bovinos tem se expandido intensamente. Dentre os motivos que levam a esta expansão, destaca-se o fato de ser esta a planta forrageira de maior potencial de produção de massa e de energia por unidade de área. Desta forma, simulações de sistemas de produção indicam a cana como uma das opções mais interessantes para minimizar o custo das dietas e do produto animal, maximizando a projeção de receita líquida na produção de carne e de leite (Nussio et al., 2002).

A cana-de-açúcar, tradicionalmente, é colhida diariamente e fornecida fresca aos bovinos durante o período seco do ano. No entanto, diversos fatores, tais como o encarecimento da mão-de-obra e o aumento do tamanho dos rebanhos, têm levado os pecuaristas a optar pela ensilagem da cana-de-açúcar, com o objetivo de tornar mais eficiente o manejo da alimentação e dos canaviais. Ainda, a ensilagem torna possível a utilização da cana-de-açúcar fora do período da safra.

Silagens da cana-de-açúcar apresentam, no entanto, intensa fermentação alcoólica, devida à atividade de leveduras que convertem os açúcares da forragem em etanol, em gás carbônico e em água. Teores de etanol de 8% a 17% da matéria seca (MS) têm sido relatados em cana-de-açúcar ensilada sem aditivos, acarretando perdas totais de até 29% da matéria seca (Kung Jr. & Stanley, 1982; Andrade *et al.*, 2001; Pedroso, 2003). Este tipo de

fermentação pode causar reduções de 44% a 68% no teor de açúcares e de 28% na digestibilidade da cana-de-açúcar (Alli *et al.*, 1983; Pedroso, 2003).



Foto: André de Faria Pedroso

## Autores

### André de Faria Pedroso

Eng. Agr., Dr., Pesquisador da  
Embrapa Pecuária Sudeste, Rod.  
Washington Luiz, km 234,  
13560-970,  
São Carlos, SP  
Endereço eletrônico:  
andref@cppse.embrapa.br

### Armando de Andrade Rodrigues

Eng. Agr., Dr., Pesquisador da  
Embrapa Pecuária Sudeste  
Endereço eletrônico:  
armando@cppse.embrapa.br

### Waldomiro Barioni Junior

Estatístico, Ms., Pesquisador da  
Embrapa Pecuária Sudeste  
Endereço eletrônico:  
barioni@cppse.embrapa.br

### Gilberto Batista de Souza

Químico, MS., Técnico  
Especializado da Embrapa  
Pecuária Sudeste  
Endereço eletrônico:  
gilberto@cppse.embrapa.br

Pelo fato de ser fundamental o controle das leveduras, para redução da produção de etanol em silagens (McDonald *et al.*, 1991), diversos produtos com efeito fungicida têm sido avaliados para controle da produção de etanol em silagens de cana-de-açúcar. Em trabalhos recentes no Brasil, a aplicação de uréia reduziu a produção de etanol, propiciando melhor padrão de fermentação e melhor composição bromatológica das silagens (Lima *et al.*, 2002; Molina *et al.*, 2002; Pedroso, 2003). Observou-se que o tratamento com benzoato de sódio reduziu a produção de etanol, e aumentou a digestibilidade e a estabilidade aeróbia da silagem tratada (Pedroso, 2003). No entanto, a aplicação de uréia em níveis maiores do que 1% da matéria verde dificulta a queda do pH, aumentando as perdas gasosas nas silagens, e os resultados da adição de sais de ácido benzóico têm sido variáveis (Pedroso, 2003; Siqueira, 2005; Junqueira, 2006), o que indica que há necessidade de ajuste nas doses e mais estudos com estes aditivos.

Inoculantes microbianos com bactérias heterofermentativas, da espécie *Lactobacillus buchneri*, elevam a concentração de ácido acético e promovem a redução da população de leveduras nas silagens (Driehuis *et al.*, 2000; Taylor *et al.*, 2002). Avaliações de inoculantes com *L. buchneri* na ensilagem da cana-de-açúcar indicaram redução na produção de etanol e na perda total de MS, em relação à silagem sem tratamento (Pedroso, 2003; Siqueira, 2005; Junqueira, 2006).

Este trabalho de pesquisa teve como objetivo avaliar a possibilidade de ocorrência de efeito sinérgico dos aditivos, no caso da

aplicação conjunta de uréia com benzoato de sódio, possibilitando assim a utilização destes aditivos em doses mais baixas; e comparar os resultados do uso combinado com o efeito da uréia e do benzoato de sódio aplicados separadamente, em doses normais, e com o efeito da inoculação com *L. buchneri*, considerando-se os efeitos sobre a produção de etanol e a perda de matéria seca durante a ensilagem da cana-de-açúcar.

## 2. Material e métodos

A cana-de-açúcar (cultivar IAC86-2480) foi colhida madura (aproximadamente aos 12 meses de crescimento), picada em picadeira acoplada a trator e ensilada em silos laboratoriais (minissilos). Os minissilos eram constituídos por tubos de PVC com 4" de diâmetro e 30 cm de comprimento (0,0025 m<sup>3</sup>), providos de tampas próprias para vedação, adaptadas com válvulas do tipo Bunsen, para quantificação das perdas gasosas. Para produção das silagens, aproximadamente 1.800 g da cana picada com ou sem aditivo foram compactados nos minissilos com auxílio de bastões de madeira, até atingir a densidade aproximada de 720 kg/m<sup>3</sup>. Após o enchimento e a pesagem dos minissilos, as tampas foram vedadas com fita adesiva.

Os tratamentos diferiram quanto ao tipo de aditivo aplicado à cana-de-açúcar antes da ensilagem (doses em relação ao peso da forragem úmida): 1) sem aditivo (controle); 2) 1% de uréia; 3) 1% de uréia + sulfato de amônio (misturados previamente na proporção de 9:1); 4) 0,5% de uréia + 0,05% de benzoato de sódio; 5) 0,1% de benzoato de sódio; e 6) 2g/t de um inoculante comercial

com a bactéria heterolática *L. buchneri*. Os aditivos foram aplicados à cana-de-açúcar picada momentos antes da ensilagem. A uréia pura e a uréia com sulfato de amônio foram misturadas à forragem, na forma seca, sem diluição. O benzoato de sódio e o inoculante bacteriano foram pulverizados em soluções aquosas, utilizando-se pulverizadores manuais. O benzoato de sódio foi aplicado utilizando-se 4,5 L de solução/t; a quantidade de água necessária para a adequada diluição do produto, para aplicação em baixo volume, foi determinada previamente. O inoculante foi aplicado de acordo com a recomendação do fabricante (2 g/t), utilizando-se 1,5 L de solução por tonelada de forragem, para obter a concentração de  $5 \times 10^4$  ufc/g de forragem.

As silagens foram avaliadas após 139 dias de fermentação. As perdas gasosas foram estimadas pela diferença entre o peso dos minissilos cheios, no início e no final do período de ensilagem. Amostras de silagem para determinação de pH e de etanol foram congeladas a  $-10^\circ\text{C}$ , até o momento da análise no laboratório de cromatografia da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, em Pirassununga. O álcool foi determinado por cromatografia gasosa, utilizando nitrogênio como gás de arraste, através de uma coluna empacotada com Carbopack–Carbowax (Sigma-Aldrich Co., 1998), e o pH, por meio de um potenciômetro digital. A matéria seca foi determinada mediante secagem das amostras em estufa com ventilação forçada, a  $60^\circ\text{C}$ , por 48 horas.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos e quatro repetições. A análise de

variância dos dados foi realizada pelo procedimento GLM do SAS (SAS, 2003), adotando-se para comparação das médias dos tratamentos o teste t, ao nível de significância de 5%, quando o teste F era significativo.

### 3. Resultados e discussão

Algumas das características fermentativas e as perdas gasosas das silagens dos diversos tratamentos são mostradas na Tabela 1. A inoculação com *L. buchneri* resultou na silagem com menor concentração de etanol (tratamento 6), com redução de 41% no teor de álcool em relação à silagem sem aditivo. A redução na intensidade da fermentação alcoólica contribuiu para que a perda de MS na forma de gás fosse também a mais baixa nesta silagem, com redução de aproximadamente 22% em relação à perda ocorrida no controle, resultando em nível mais elevado de MS na silagem. O pH na silagem inoculada com *L. buchneri* manteve-se em nível adequado à preservação, ou seja, abaixo de 4,2 (McDonald et al., 1991). Os resultados confirmam dados de pesquisas anteriores, nas quais a inoculação com *L. buchneri* mostrou-se eficiente na redução da produção do álcool e das perdas de matéria seca durante a ensilagem da cana-de-açúcar (Pedroso, 2003; Junqueira 2006).

Os tratamentos com 1% de uréia (tratamento 2) e com 0,5% de uréia + 0,05% de benzoato de sódio (tratamento 4) também foram efetivos na redução da produção de álcool, resultando em silagens com teor semelhante de etanol, correspondendo à redução, em média, de aproximadamente 19% em relação ao controle. No entanto, o nível mais alto de uréia resultou em pH

excessivamente elevado e em maior perda gasosa durante a ensilagem (17,2% da MS), enquanto a combinação de uréia e de benzoato resultou em pH adequado e em menor perda de gás (16,3% da MS), equivalente à redução de aproximadamente 16% em relação ao controle. Trabalhos anteriores também indicaram que níveis elevados de uréia podem resultar em pH excessivamente alto na silagem (Evangelista *et al.*, 2006) e que, embora haja diminuição na produção de etanol, podem ocorrer perdas gasosas elevadas (Junqueira, 2006). O aumento das perdas gasosas neste caso pode ser creditado ao retardamento na queda do pH (Pedroso, 2003), resultante do efeito tamponante da uréia, que permite maior período de desenvolvimento de enterobactérias e de clostrídios, com maiores perdas fermentativas de MS da silagem (Rotz & Muck, 1994).

O tratamento com 0,1% de benzoato de sódio (tratamento 5) apresentou resultado inferior ao tratamento com 0,5% de uréia + 0,05% de benzoato de sódio, não sendo capaz de reduzir a produção de etanol, embora tenha resultado em redução de 10% na perda gasosa de MS na silagem. Redução na perda gasosa, acompanhada de maior recuperação de MS, em silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,1% de benzoato, foi também observada por Siqueira (2005). Pedroso (2003) detectou efeito positivo do tratamento com este aditivo, com redução na contagem de leveduras e no teor de etanol, porém sem efeito na redução das perdas de MS da silagem.

Os resultados indicam que houve efeito sinérgico dos aditivos na combinação da uréia com benzoato, já que de forma geral os resultados foram melhores neste tratamento, em relação aos dos mesmos aditivos usados separadamente. O efeito sobre a redução de etanol no tratamento com 0,5% de uréia + 0,05% de benzoato de sódio foi melhor do que o obtido em trabalho anterior em que a uréia e o benzoato foram usados separadamente, nas mesmas doses (Pedroso, 2003). Desta forma, o uso combinado dos aditivos torna possível aproveitar os benefícios da utilização da uréia na ensilagem da cana-de-açúcar, p. ex., a elevação do teor de proteína da forragem e a maior segurança na utilização do produto, sem os inconvenientes, anteriormente mencionados, que podem ocorrer com o uso da uréia em altas doses (maior do que 1%).

O tratamento com uréia + sulfato de amônio (tratamento 3) apresentou redução no teor de etanol e perda gasosa semelhantes ao tratamento com uréia pura, o que indica que a mistura com sulfato, como forma de fornecimento de enxofre suplementar, recomendado em dietas com uréia (Silva, 1993), pode ser feita quando se pretende usar uréia na ensilagem, facilitando o manejo nutricional dos animais.

Dentre os resultados obtidos, deve ser ressaltada a alta concentração de etanol detectada nas silagens, de forma geral. Os níveis observados, de aproximadamente 23% de etanol, não são freqüentemente encontrados na literatura. Dentre os experimentos realizados no Brasil, níveis

**Tabela 1.** Variáveis de fermentação e perdas gasosas em silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos ou com inoculante bacteriano<sup>1</sup>.

Tratamento <sup>2</sup>	MS (%)	pH	Perda de gás		Etanol
			(% da MS)		
1	23,3 ± 0,23 <sup>b</sup>	4,20 ± 0,24 <sup>a</sup>	19,4 ± 0,24 <sup>a</sup>	22,7 ± 1,28 <sup>a</sup>	
2	25,6 ± 0,09 <sup>a</sup>	4,52 ± 0,05 <sup>a</sup>	17,2 ± 0,06 <sup>b</sup>	19,3 ± 1,07 <sup>bc</sup>	
3	25,8 ± 0,46 <sup>a</sup>	4,23 ± 0,24 <sup>a</sup>	16,9 ± 0,20 <sup>bc</sup>	20,3 ± 0,50 <sup>b</sup>	
4	26,1 ± 0,24 <sup>a</sup>	3,72 ± 0,02 <sup>b</sup>	16,3 ± 0,16 <sup>c</sup>	17,5 ± 0,32 <sup>c</sup>	
5	24,1 ± 0,19 <sup>b</sup>	3,54 ± 0,05 <sup>b</sup>	17,4 ± 0,11 <sup>b</sup>	23,4 ± 0,67 <sup>a</sup>	
6	26,0 ± 0,63 <sup>a</sup>	3,39 ± 0,03 <sup>b</sup>	15,2 ± 0,43 <sup>d</sup>	13,4 ± 0,38 <sup>d</sup>	
Coefficiente de variação	5,02	12,36	7,91	19,12	

<sup>1</sup> Média ± desvio padrão.

<sup>2</sup> Tipo de silagem de acordo com o aditivo empregado, na forragem úmida; 1 = sem aditivo (controle); 2 = 1% de uréia; 3 = 1% de uréia + sulfato de amônio (9:1); 4 = 0,5% de uréia + 0,05% de benzoato de sódio; 5 = 0,1% de benzoato de sódio; 6 = *Lactobacillus buchneri*, na concentração de 5 x 10<sup>4</sup> ufc/g.

<sup>abc</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem (P < 0,05), pelo teste t.

próximos a 20% de etanol em silagens de cana-de-açúcar foram registrados apenas em um trabalho, em que as silagens também foram produzidas em tubos de PVC (Freitas *et al.*, 2006), o que sugere que em silagens experimentais produzidas em outros tipos de silos pode haver volatilização do álcool. Trabalhos futuros deverão investigar este aspecto.

#### 4. Conclusão

Aditivos químicos e inoculantes bacterianos podem reduzir significativamente a produção de etanol em silagens de cana-de-açúcar e, desta forma, diminuir as perdas de matéria seca durante a ensilagem. O uso combinado de uréia e de benzoato de sódio, em doses baixas, foi mais eficaz do que os aditivos aplicados separadamente.

#### 5. Referências bibliográficas

- ALLI, I.; FAIRBAIRN, R.; BAKER, B. E. The effects of ammonia on the fermentation of chopped sugarcane. *Animal Feed Science and Technology*, v. 9, p. 291-299, 1983.
- ANDRADE, J. B.; FERRARI JÚNIOR, E.; POSSENTI, R. A.; LEINZ, F. F.; BIANCHINI, D.; RODRIGUES, C. F. de C. Valor nutritivo de silagem de cana-de-açúcar, cortada aos 7 meses de idade, tratada com 0,25% de hidróxido de sódio e 0,50% de uréia e adicionada de rolão de milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Piracicaba, SP, 2001. *Anais...* Piracicaba: Fealq, 2001. p. 1025-1026
- DRIEHUIS, F.; ELFERINK, S. J. W. O.; WIKSELAAR, P. G. Fermentation characteristics and aerobic stability of grass silage inoculated with *Lactobacillus buchneri* alone and in mixture with *Pediococcus pentosaceus* and *Lactobacillus plantarum*. In: GENERAL MEETING OF THE EUROPEAN GRASSLAND FEDERATION, 18., Tjele, Aalborg, 2000. *Anais...* Aalborg: Danish Institute of Agricultural Science, 2000. p. 41-43.

EVANGELISTA, A. R.; LOPES, J.; SALVADOR, F. M.; FORTES, C. A.; SANTAROSA, L. C.; SOARES, L. O. Silagem de cana-de-açúcar acrescida de uréia e produtos sequestrantes de umidade. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., João Pessoa, 2006. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006. 1 CD-ROM.

FREITAS, A. W. de P.; PEREIRA, J. C.; ROCHA, F. C.; COSTA, M. G.; LEONEL, F. de P.; RIBEIRO, M. D. Avaliação da qualidade nutricional da silagem de cana-de-açúcar com aditivos microbianos e enriquecida com resíduo da colheita de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 35, n. 1, p. 38-47, 2006.

JUNQUEIRA, M. C. **Aditivos químicos e inoculantes em silagens de cana-de-açúcar: perdas na conservação, estabilidade aeróbia e desempenho de animais.** 2006. 98 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2006.

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

LIMA, J. A.; EVANGELISTA, A. R.; ABREU, J. G.; SIQUEIRA, G. R.; SANTANA, R. A. V. Silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) enriquecida com uréia ou farelo de soja. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. 1 CD-ROM.

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

MOLINA, L. R.; FERREIRA, D. A.; GONÇALVES, L. C.; CASTRO NETO, A. G.; RODRIGUES, N. M. Padrão de fermentação da silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) submetida a diferentes tratamentos. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. 1 CD-ROM.

NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F. P.; PAZIANI, S. F.; SANTOS, F. A. P. Volumosos suplementares – estratégias de decisão e utilização. In: EVANGELISTA, A. R.; SILVEIRA, P. J.; ABREU, J. G. (Eds.). **Forragicultura e pastagens – temas em evidência.** Lavras: Editora UFLA, 2002. p. 193-232.

PEDROSO, A. F. **Aditivos químicos e microbianos no controle de perdas e na qualidade de silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.).** 2003. 120 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2003.

ROTZ, C. A.; MUCK, R. E. Changes in forage quality during harvest and storage. In: FAHEY JR., G. C.; COLLINS, M.; MERTENS, D. R.; MOSER, L. E. **Forage quality, evaluation and utilization.** Madison: ASA; CSSA; SSSA, 1994. p.828-868.

SAS Institute Inc. System for Microsoft Windows, Release 9.1. Cary, NC, USA: SAS Institute, 2003. CD ROM.

SIGMA-ALDRICH CO. **Analyzing fatty acids by packed column gas chromatography.** Bellefonte, PA: Supelco, 1998. 12 p. (Supelco. Bulletin 856B).

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

SIQUEIRA, G. R. **Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) ensilada com aditivos químicos e bacterianos.** 2005. 91 p. Jaboticabal, 2005. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

TAYLOR, C. C.; RANJIT, N. J.; MILLS, J. A.; NEYLON, J. M.; KUNG JR., L. The effect of treating whole-plant barley with *Lactobacillus buchneri* 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value for dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 85, p. 1793-1800, 2002.

#### Circular Técnica, 49

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Pecuária Sudeste**  
**Endereço:** Rod. Washington Luiz, km 234, C.P. 339,  
13560-970, São Carlos, SP  
**Fone:** (16) 3361-5611  
**Fax:** (16) 3361-5754  
**E-mail:** [sac@cppse.embrapa.br](mailto:sac@cppse.embrapa.br)

1ª edição on-line 2006

Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento



#### Comitê de publicações

**Presidente:** Alberto C. de Campos Bernardi  
**Secretário-Executivo:** Edison Beno Pott  
**Membros:** Carlos Eduardo Silva Santos, Maria Cristina Campanelli Brito, Odo Maria Artur S.P.R. Primavesi, Sônia Borges de Alencar

#### Expediente

**Revisão de texto:** Edison Beno Pott  
**Editoração eletrônica:** Maria Cristina Campanelli Brito