



Características da fermentação e perdas gasosas em silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos ou inoculante bacteriano

André de Faria Pedroso ^{1*}, Armando de Andrade Rodrigues ¹, Waldomiro Barioni Júnior ¹ e Gilberto Batista de Souza ²

¹ Pesquisadores da Embrapa Pecuária Sudeste, Rodov. Washington Luiz, km 234, CP - 339, 13560-970, São Carlos, SP. Telef.: 16-33615611

² Químico da Embrapa Pecuária Sudeste

* andref@cnpse.embrapa.br

Resumo: A fermentação alcoólica causa perdas intensas de matéria seca e redução da qualidade de silagens de cana-de-açúcar. O objetivo deste estudo foi avaliar aditivos químicos e um inoculante bacteriano quanto à inibição da produção de etanol e diminuição das perdas nestas silagens. Os tratamentos foram (doses com base na matéria natural): sem aditivo (controle); 1% de uréia; 1% de uréia + sulfato de amônio (misturados previamente na proporção de 9:1); 0,5% de uréia + 0,05% de benzoato de sódio; 0,1% de benzoato de sódio e 2g/t de um inoculante comercial contendo a bactéria heterolática *Lactobacillus buchneri*. As silagens foram produzidas em minissilos constituídos por tubos de PVC (4" x 30 cm), providos de tampas próprias para vedação, adaptadas com válvulas do tipo Bunsen, para quantificação das perdas gasosas. Os dados foram coletados 139 dias após a ensilagem. O teor de etanol na silagem controle foi alto (22,7%). Todos os aditivos, com exceção do benzoato, reduziram a concentração de etanol nas silagens. A inoculação com *L. buchneri* aumentou o teor de ácido acético na silagem, resultando em redução de 41% no teor de etanol e na menor perda gasosa entre os tratamentos (15,2%). Houve efeito sinérgico dos aditivos no uso combinado da uréia com benzoato. Os resultados do tratamento com a mistura de uréia com sulfato de amônio foram semelhantes ao da uréia aplicada isoladamente, podendo facilitar o manejo da alimentação nas fazendas.

Palavras-chave: etanol, benzoato de sódio, sulfato de amônio, uréia, *L. buchneri*, ácido acético

Abstract: Alcoholic fermentation causes intense dry matter losses and quality reduction in sugarcane silages. The objective of this study was to evaluate chemical additives and a bacterial inoculant on the inhibition of ethanol production and reduction of losses in these silages. Treatments were (fresh basis doses): without additive (control); 1% urea; 1% urea + ammonium sulphate (previously mixed in a 9:1 proportion); 0.5% urea + 0.05% sodium benzoate; 0.1% sodium benzoate and 2g/t of a commercial inoculant containing the heterolactic bacteria *Lactobacillus buchneri*. Silages were produced in 4"x 30 cm PVC tubes misilos, provided with tight lids adapted with Bunsen valves for quantification of gas losses. Data was collected 139 days after ensiling. Ethanol content was high in the control silage (22.7%). All additives, except benzoate, reduced ethanol concentration in the silages. Inoculation with *L. buchneri* increased acetic acid content in the silage resulting in 41% reduction in ethanol content and the smaller gas loss among treatments (15.2%). There was synergetic effect of additives in the combined use of urea and benzoate. Results of treatment with the ammonium sulphate and urea mixture were similar to urea applied alone and could facilitate feed management in the farms.

Keywords: ethanol, sodium benzoate, ammonium sulphate, urea, *L. buchneri*, acetic acid

Introdução

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. Silagens da cana-de-açúcar apresentam, no entanto, intensa fermentação alcoólica, devida à atividade de leveduras que convertem os açúcares da forragem em etanol, gás carbônico e água. Diversos produtos com efeito fungicida têm sido avaliados para controle da produção de etanol em silagens de cana-de-açúcar. 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). O tratamento com benzoato de sódio reduziu a produção de etanol, aumentando a digestibilidade e a estabilidade aeróbia da silagem tratada, no entanto, os resultados da adição de sais de ácido benzóico têm sido variáveis (Siqueira, 2005; Junqueira, 2006). Inoculantes contendo *L. buchneri* reduziram a produção de etanol e a perda total de matéria seca (MS), em relação às silagens sem tratamento (Siqueira, 2005; Junqueira, 2006).

O objetivo do trabalho foi avaliar a possibilidade de ocorrência de efeito sinérgico na aplicação conjunta de uréia com benzoato de sódio, possibilitando assim a utilização destes aditivos em doses mais baixas. Avaliar o uso da mistura de uréia com sulfato de amônio, com vistas a facilitar o manejo da alimentação. Reavaliar o efeito da inoculação com *L. buchneri* e da uréia e do benzoato de sódio, aplicados

separadamente em doses normais, considerando-se a produção de etanol e a perda de MS durante a ensilagem da cana-de-açúcar.

Material e métodos

A cana-de-açúcar (cultivar IAC86-2480) foi colhida aos 12 meses de crescimento, picada em picadeira acoplada a trator e ensilada em silos laboratoriais (minissilos). Os minissilos foram constituídos por tubos de PVC com 4" de diâmetro e 30 cm de comprimento, 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 foram compactados nos minissilos com auxílio de bastões de madeira, até atingir a densidade aproximada de 720 kg/m³. Após o enchimento e 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): sem aditivo (controle); 1% de uréia; 1% de uréia + sulfato de amônio (misturados previamente na proporção de 9:1); 0,5% de uréia + 0,05% de benzoato de sódio; 0,1% de benzoato de sódio e 2g/t de um inoculante comercial contendo a bactéria heterolática *L. buchneri*. 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. 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 5×10^4 ufc/g de forragem.

As silagens foram avaliadas 139 dias após a ensilagem. 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, etanol, ácido acético e ácido láctico foram congeladas (-10°C) até o momento da análise no laboratório de cromatografia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, USP de Pirassununga. O álcool e o ácido acético foram determinados por cromatografia gasosa, utilizando nitrogênio como gás de arraste, através de uma coluna empacotada com Carbowax (Sigma-Aldrich Co.); o ácido láctico foi determinado em sistema de cromatografia líquida de alta performance (HPLC), coluna C₁₈-ODS de 15 cm/0,6cm de diâmetro, partícula com 5 µm e poro de 100 Å, temperatura do forno de 50°C, fase móvel H₂SO₄ 0,75 mM com fluxo de 01 ml/minuto e detector UV 210 nm. O pH foi determinado por meio de um potenciômetro digital. A matéria seca foi determinada mediante secagem das amostras em estufa com ventilação forçada, a 65°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 foi significativo.

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 maior teor de ácido acético e redução de 41% no teor do álcool em relação à silagem sem aditivo. A redução na 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. O inoculante não alterou a concentração de ácido láctico, em relação ao controle, e o pH atingiu nível adequado à preservação, ou seja, abaixo de 4,2. 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 (Junqueira 2006).

Os tratamentos com 1% de uréia e com 0,5% de uréia + 0,05% de benzoato de sódio causaram redução de aproximadamente 19% na concentração de etanol, em relação ao controle (Tabela 1). No entanto, o nível mais alto de uréia resultou em pH excessivamente elevado, apesar do nível alto de ácido láctico, e em maior perda gasosa durante a ensilagem, enquanto que a combinação da uréia e de benzoato resultou em pH adequado e menor perda de gás, 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 (Evangélista et al., 2006) e que, embora haja diminuição na produção de etanol, podem ocorrer perdas gasosas elevadas (Junqueira, 2006).

O tratamento com 0,1% de benzoato de sódio 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, em relação à silagem controle (Tabela 1). Redução na perda gasosa, em silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,1% de benzoato, foi também observada por Siqueira (2005).

Tabela 1 Variáveis de fermentação e perda total de MS em silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos ou inoculante bacteriano.

Tratamento ¹	MS %	pH	Etanol	Ác. Acético	Ác. Lático	Perda Gasosa
Controle	23,3 ^b	4,20 ^a	22,7 ^a	1,0 ^c	5,2 ^c	19,3 ^a
Uréia	25,6 ^a	4,52 ^a	19,3 ^{bc}	2,1 ^b	7,9 ^a	17,2 ^b
Ur. + Sulf.	25,8 ^a	4,23 ^a	20,3 ^b	1,3 ^c	7,6 ^{ab}	16,9 ^{bc}
Ur. + Benz.	26,0 ^a	3,72 ^b	17,4 ^c	1,2 ^c	7,6 ^{ab}	16,2 ^c
Benzoato	24,0 ^b	3,54 ^b	23,4 ^a	1,1 ^c	7,0 ^b	17,4 ^b
<i>L. buchneri</i>	26,0 ^a	3,38 ^b	13,3 ^d	3,3 ^a	5,1 ^c	15,2 ^d
c.v.	3,4	6,8	8,3	16,9	7,3	3,3

¹ Tipo de silagem de acordo com o aditivo empregado (dose na forragem úmida): controle (sem aditivo); uréia (1%); Ur. + Sulf. = uréia + sulfato de amônio - 9:1 - (1%); Ur. + Benz. = uréia (0,5%) + benzoato de sódio (0,05%); benzoato de sódio (0,1%); *Lactobacillus buchneri* (5×10^4 ufc/g).

^{a, b, c}: Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem (P < 0,05), pelo teste t.

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. Desta forma, o uso combinado dos aditivos torna possível aproveitar os benefícios da utilização da uréia na ensilagem da cana-de-açúcar, como a elevação do teor de proteína da forragem e maior segurança na utilização do produto, sem os inconvenientes, que podem ocorrer com o uso da uréia em doses mais elevadas.

O tratamento com uréia + sulfato de amônio 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, pode ser feita quando se pretende usar uréia na ensilagem, facilitando o manejo nutricional dos animais.

Conclusões

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. A combinação de aditivos pode trazer benefícios e precisa ser melhor estudada.

Literatura citada

EVANGELISTA, A. R.; LOPES, J.; SALVADOR, F. M.; FORTES, C. A.; SANTAROSA, L. C.; SOARES, L. Q. 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.

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.

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.

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.

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.

SIQUEIRA, G. R. **Cana-de-açúcar (*Sacharum 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.