

## EFEITOS DE ADITIVOS E EMURCHECIMENTO NA FERMENTAÇÃO E NA ESTABILIDADE AERÓBIA DA SILAGEM DE MILHETO

Emily Saalfeld Borges (PIBIC/CNPq/FA/UEM), João Luiz Pratti Daniel (Orientador).  
E-mail: jlpdaniel@uem.br

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Maringá, PR.

**Área e sub-área do conhecimento:** Zootecnia, Nutrição e Alimentação Animal.

**Palavras-chave:** aditivo químico; *Clostridium*; inoculante

### RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de aditivos e emurhecimento na fermentação, estabilidade aeróbia, composição química e digestibilidade da silagem de milho. O milho foi colhido 60 d após a emergência. Os tratamentos experimentais foram: 1) Corte-direto, controle (somente com adição de água) (D\_CON); 2) Corte-direto com adição de nitrito de sódio 0,6 g/kg + formato de sódio 0,4 g/kg (D\_NFM); 3) Corte-direto com adição de nitrito de sódio 0,9 g/kg + formato de sódio 0,6 g/kg (D\_NFA); 4) Emurchecido, controle (somente com adição de água) (M\_CON); 5) Emurchecido e inoculado com a combinação de *Lentilactobacillus buchneri* e *Lentilactobacillus hilgardii* na dose  $3 \times 10^5$  UFC/g MN (M\_MAG). As forragens ensiladas permaneceram estocadas por 60 d. O delineamento experimental empregado foi inteiramente casualizado, com 4 repetições por tratamento, totalizando 20 silos experimentais. A adição de nitrito de sódio e formato de sódio na dose regular reduziu as concentrações de ácido butírico, amônia e perdas de MS. Por outro lado, a inoculação com bactérias heteroláticas na silagem emurchecida resultou em maiores concentrações de ácido acético, 1,2-propanodiol e melhora da estabilidade aeróbia. Em conclusão, a cultura do milho apresentou bom perfil de fermentação e os aditivos avaliados (químico e inoculante) foram eficientes em aumentar a estabilidade aeróbia, com destaque para o inoculante associado com emurhecimento da forragem de milho.

### INTRODUÇÃO

O milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R.) é uma gramínea tropical semi-árida anual que apresenta alta produção de biomassa e baixa necessidade de fertilizantes N, resistente à seca e adaptável ao baixo pH do solo, assim tem sido utilizada como uma alternativa de forragem para a produção de silagem. Entretanto, a ensilagem da forragem de milho tem enfrentado desafios devido ao alto teor de umidade, baixo conteúdo de carboidratos solúveis e alto poder tampão no momento ideal de corte resultando em processo fermentativo indesejável causado principalmente por bactérias do gênero *Clostridium*. Com isso, estratégias para diminuir o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis como a murcha e o uso de aditivos pode ser adotadas.

O emurchecimento da forragem a campo pode ser uma estratégia viável para melhorar o coeficiente de fermentabilidade, aumentando o teor de matéria seca (MS) da forragem e reduzindo perdas por nutrientes. Por outro lado, aditivos podem ser utilizados com o intuito de minimizar perdas por modificação do processo fermentativo e da estabilidade aeróbia das silagens. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de aditivos sobre o perfil fermentativo, estabilidade aeróbia, composição química e a digestibilidade da silagem de milho com diferentes teores de matéria seca (MS).

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI/UEM) e as análises no Laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição Animal (LANA). O híbrido de milho (Valente 6010) foi colhido 60 d após a emergência. As plantas foram cortadas a 20 cm do solo utilizando roçadeira costal. A forragem disponível em metade da área foi imediatamente recolhida e picada, enquanto a outra metade foi cortada e emurchecida no campo até atingir aproximadamente 35% MS. Antes da ensilagem, tanto a forragem obtida por corte direto quanto a emurchecida foram picadas por um picador de forragem fixo. A forragem picada em cada nível de MS foi então dividida em pilhas para aplicação dos tratamentos. Os tratamentos foram: 1) D\_CON: Corte-direto, controle (somente com adição de água, 15 mL/kg MN); 2) D\_NFM: Corte-direto, nitrito de sódio (0,6 g/kg de MN) e formato de sódio (0,4 g/kg de MN), diluído em água (15 mL/kg MN); 3) D\_NFA: Corte-direto, nitrito de sódio (0,9 g/kg de MN) e formato de sódio (0,6 g/kg de MN), diluído em água (15 mL/kg MN); 4) M\_CON: Emurchecido, controle (somente com adição de água, 15 mL/kg de MN); 5) M\_MAG: Emurchecido e inoculado com bactérias heteroláticas (combinação de *Lentilactobacillus buchneri* e *Lentilactobacillus hilgardii* na dose  $3 \times 10^5$  UFC/g MN), com quatro repetições por tratamento.

Após a aplicação dos tratamentos de forma manual e isolada, as forragens foram alocadas em baldes plásticos de 7,2 L e permaneceram armazenados por 60 d em temperatura ambiente. Após o período de estocagem os silos foram pesados para determinação de perdas fermentativas e, abertos para coleta de amostras para realização de posteriores análises. O material remanescente foi utilizado para a determinação da estabilidade aeróbia. Amostras de silagem (~2 kg) foram transferidas para baldes plásticos de 11 L com um sensor de temperatura (data logger) no centro da massa de silagem para aferir a temperatura a cada 15 min durante 10 dias. A partir de um extrato aquoso as concentrações de ácidos graxos voláteis e álcoois foram determinadas por cromatografia gasosa. A concentração de ácido láctico e amônia foram determinadas por colorimetria. Amostras de forragem e silagem coletadas foram desidratadas por 72 h em estufa de ventilação forçada a 55°C e moídas em moído de faca tipo Willey para posterior determinação da concentração de MS e digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS), utilizando incubadora Daisy II durante 48 h.

O delineamento experimental empregado foi inteiramente casualizado e as variáveis foram analisadas com auxílio do procedimento MIXED do SAS (SAS, 2004). As médias dos tratamentos foram comparados pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição química, o perfil fermentativo e a estabilidade aeróbia das silagens de milho estão apresentados na Tabela 1. A adição de nitrito de sódio e formato de sódio não alterou os teores de MS e ácido acético e a DIVMS da silagem obtida por corte direto. A inoculação com bactérias heteroláticas não foi capaz de alterar o teor de MS e amônia e a DIVMS da silagem de milho emurchecida.

Entretanto, comparativamente à silagem controle, a combinação de nitrito de sódio e formato de sódio reduziu os teores de N-NH<sub>3</sub>corr, 1,2-propanodiol e ácido butírico e a perda de MS, e aumentou a concentração de ácido láctico e a estabilidade aeróbia da silagem de milho obtida por corte direto. Isso sugere que o aditivo a base de nitrito de sódio e formato de sódio foi capaz de inibir o desenvolvimento de clostrídios e aumentar a recuperação de nutrientes. O nitrito e seus produtos de redução, como óxidos nítricos, são capazes de inibir o desenvolvimento de clostrídios nas fases iniciais da fermentação, enquanto nos estágios posteriores da estocagem, o formato de sódio é capaz de manter a inibição dos microrganismos indesejáveis. Este achado é reforçado pelo aumento na contagem de BAL com a dose regular do aditivo, que deve ter protegido os açúcares solúveis da ação de microrganismos indesejáveis, reduzindo a competição por substrato, o que possibilitou maior concentração de ácido láctico.

**Tabela 1.** Composição química, perfil fermentativo e estabilidade aeróbia das silagens de milho tratada com aditivo químico e inoculante

Item	Tratamentos <sup>1</sup>						P-valor
	Corte direto			Emurchecido			
	D_CON	D_NFM	D_NFA	M_CON	M_MAG	EPM	
MS, % MN	18,9 <sup>b</sup>	19,3 <sup>b</sup>	19,1 <sup>b</sup>	33,8 <sup>a</sup>	33,7 <sup>a</sup>	0,19	<0,01
BAL, log UFC/g	6,38 <sup>b</sup>	6,48 <sup>b</sup>	7,15 <sup>a</sup>	6,51 <sup>b</sup>	6,63 <sup>b</sup>	0,163	0,04
Leveduras, log UFC/g	3,82 <sup>a</sup>	3,50 <sup>a</sup>	3,17 <sup>b</sup>	4,16 <sup>a</sup>	2,81 <sup>b</sup>	0,260	<0,01
Bolores, log UFC/g	3,23	2,89	2,98	3,30	2,46	0,243	0,20
pH	3,73 <sup>c</sup>	3,71 <sup>c</sup>	3,69 <sup>c</sup>	4,04 <sup>a</sup>	4,32 <sup>a</sup>	0,012	<0,01
N-NH <sub>3</sub> corr, % N	20,4 <sup>a</sup>	6,02 <sup>c</sup>	4,59 <sup>c</sup>	12,5 <sup>b</sup>	13,8 <sup>b</sup>	0,74	<0,01
Ácido láctico, % MS	6,07 <sup>c</sup>	8,72 <sup>a</sup>	9,16 <sup>a</sup>	7,62 <sup>b</sup>	2,67 <sup>d</sup>	0,322	<0,01
Ácido acético, % MS	1,87 <sup>b</sup>	1,81 <sup>b</sup>	1,64 <sup>b</sup>	1,76 <sup>b</sup>	3,53 <sup>a</sup>	0,119	<0,01
1,2-Propanodiol, % MS	0,72 <sup>b</sup>	0,13 <sup>c</sup>	0,06 <sup>c</sup>	0,16 <sup>c</sup>	2,68 <sup>a</sup>	0,068	<0,01
Ácido n-butírico, mg/kg MS	669 <sup>a</sup>	83,1 <sup>c</sup>	84,9 <sup>c</sup>	183 <sup>b</sup>	66,9 <sup>c</sup>	32,63	<0,01
Perda de MS, % MS	5,72 <sup>a</sup>	4,58 <sup>c</sup>	4,39 <sup>c</sup>	5,39 <sup>b</sup>	5,92 <sup>a</sup>	0,080	<0,01
Estabilidade aeróbia, d	2,14 <sup>c</sup>	6,43 <sup>b</sup>	6,76 <sup>b</sup>	1,99 <sup>c</sup>	10,0 <sup>a</sup>	0,42	<0,01
DIVMS, % MS	70,1	71,2	71,5	71,0	70,8	0,55	0,88

<sup>1</sup> D\_CON: corte direto controle (sem aditivo); D\_NFM: corte direto tratado com nitrito de sódio 0,6 g/kg e formato de sódio 0,4 g/kg; D\_NFA: corte direto tratado com nitrito de sódio 0,9 g/kg e formato de sódio 0,6 g/kg; M\_CON: emurchecido controle (sem aditivo); M\_MAG: emurchecido tratado com inoculante heterolático contendo *L. buchneri* e *L. Hilgardii* na dose de  $3 \times 10^5$  UFC/g.

A redução da umidade por emurchecimento da forragem melhorou a qualidade da fermentação, como evidenciado pelas menores concentrações de N-NH<sub>3</sub>corr e pela redução na perda de MS, em comparação com a silagem de corte

direto ensilada sem aditivo. A combinação de *L. buchneri* e *L. hilgardii* resultou em aumento nas concentrações de ácido acético e 1,2-propanodiol, além de reduzir o crescimento de leveduras, o que melhorou a estabilidade da silagem de milho após a abertura dos silos. Estas bactérias são reconhecidas por produzirem ácidos fracos com propriedades antifúngicas, tais como o ácido acético, que impede o crescimento de fungos responsáveis pela deterioração aeróbia.

## CONCLUSÕES

A cultura de milho apresentou bom perfil fermentativo de modo geral. O aditivo à base de nitrito de sódio (0,9 g/kg MN) e formato de sódio (0,6 g/kg MN) reduziu a perda de MS durante a fermentação e apresentou benefício moderado devido à boa fermentação observada no tratamento controle. A inoculação com *Lentilactobacillus buchneri* + *Lentilactobacillus hilgardii* aumentou a estabilidade aeróbia da silagem de milho emurhecido. A combinação de emurhecimento e inoculante heterolático pode ser uma estratégia para melhorar a qualidade da silagem de milho colhido com baixo teor de MS.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação Araucária pela concessão da bolsa, à Universidade Estadual de Maringá e ao Grupo de Estudos em Silagem e Feno (GESF).

## REFERÊNCIAS

OUDE ELFERINK, S. J.; KROONEMAN, J.; GOTTSCHAL, J. C.; SPOELSTRA, S. F.; FABER, F.; DRIEHUIS, F. Anaerobic conversion of lactic acid to acetic acid and 1, 2-propanediol by *Lactobacillus buchneri*. **Applied and Environmental microbiology**, v. 67, n. 1, p. 125-132, 2001.

PAHLOW, G., MUCK, R. E., DRIEHUIS, F. Microbiology of ensiling. **Silage science and technology**, v. 42, p. 31-93, 2003.

WEINBERG, Z. G., ASHBELL, G., AZRIELI, A., & BRUKENTAL, I. Ensiling peas, ryegrass and wheat with additives of lactic acid bacteria (LAB) and cell wall degrading enzymes. **Grass and forage science**, v. 48, n. 1, p. 70-78, 1993.

WEISSBACH, F.; REUTER, B.; KRUSE, D. About the testing and evaluation of silage additives. **Weissbach F.(ed.) Proceedings International Symposium on Production, Evaluation and Feeding of Silage**, p. 107-116, 1989.