

USO DE INOCULANTE MICROBIANO NA PRODUÇÃO DE SILAGEM DE MILHO

Gabriel Santana Azambuja ¹
Romário da Silva Ribeiro ¹
Inácio Martins da Silva Neto ²

RESUMO

Os inoculantes bacterianos, classificados como estimuladores da fermentação, como as bactérias ácido lácticas (BAL) homofermentativas facultativas tem capacidade de melhorar o processo fermentativo e acelerar a acidificação da silagem, o que reduz as fermentações secundárias e proporciona melhor manutenção de energia. Desta forma, o presente trabalho foi avaliar o uso de inoculante microbiano em silagens de milho e seu efeito sobre as perdas fermentativas. O experimento foi conduzido no Campo Experimental do UNIVAG – Centro Universitário, no período de dezembro de 2022 a fevereiro de 2023. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com dois tratamentos e dez repetições. Os tratamentos foram silagem de Milho, sem inoculante e com inoculante, que possuía as bactérias (*Lactobacillus curvatus*), (*Lactobacillus plantarum*), (*Lactobacillus acidophilus*), (*Lactobacillus buchneri*), (*Lactobacillus acidilactici*) e (*Enterococcus faecium*). Foram avaliados após 49 dias do fechamento os parâmetros pH, matéria seca, perda por gases e efluentes. O tratamento com inoculante apresentou melhor pH, melhores teores de matéria seca e menores perdas por efluentes, porém o uso do inoculante aumentou as perdas por gases. Assim realiza-se a recomendação do seu uso para maior eficiência da produção de silagem.

Palavras-chave: Bactérias homofermentativas; efluentes; gases; fermentação.

USE OF MICROBIAL INOCULANT IN CORN SILAGE PRODUCTION

ABSTRACT

Bacterial inoculants, classified as fermentation stimulators, such as facultative homofermentative lactic acid bacteria (LAB), have the ability to improve the fermentation process and accelerate silage acidification, which reduces secondary fermentations and provides better energy maintenance. Thus, the present work was to evaluate the use of microbial inoculant in corn silages and its effect on fermentative losses. The experiment was conducted at the Experimental Field of UNIVAG – Centro Universitário, from December 2022 to February 2023. A completely randomized design (DIC) was used, with two treatments and ten replications. The treatments were corn silage, without inoculant and with inoculant, which had the bacteria (*Lactobacillus curvatus*), (*L. plantarum*), (*L. acidophilus*), (*L. buchneri*), (*L. acidilactici*) and (*Enterococcus faecium*). After 49 days of closing, the parameters pH, dry matter, loss by gases and effluents were evaluated. Treatment with inoculant showed better pH, better dry matter contents and lower losses by effluents, however the use of inoculant increased losses by gases. Thus, its use is recommended for greater efficiency in silage production.

Keywords: Bacteria homofermentative; effluents; gases; fermentation.

¹ Discentes do Curso de Agronomia do UNIVAG – Centro Universitário, E-mail: gabrielazambuja.pl@gmail.com; romario_camp@hotmail.com.

² Docente do Curso de Agronomia do UNIVAG – Centro Universitário, E-mail: inacio.neto@univag.edu.br.

1. INTRODUÇÃO

A silagem é o resultado da fermentação de forrageiras submetidas a um meio anaeróbico, onde o processo consiste em microrganismos consumirem os carboidratos ali presentes convertendo-os em ácidos (TAVEIRA et al., 2021). O uso da silagem na produção animal se faz necessário principalmente nas épocas secas do ano, onde a produção e oferta de forragem são diretamente afetadas, assim não conseguindo suprir os animais nutricionalmente (RAMOS et al., 2021).

O milho (*Zea mays* L.) tem uma grande relevância no espaço social, econômico e ambiental tanto no mundo como no Brasil, devido a sua grande amplitude de utilização como a alimentação animal e humana e fabricação de biocombustíveis (PEREIRA et al., 2018). De acordo com Calonego et al. (2011), o grande valor energético e proteico do milho, a correta composição das fibras e seu elevado poder de produção de matéria seca e grãos permitem seu uso como planta forrageira de fornecimento aos animais e para produção de silagem.

Buscando estimular o processo de fermentação e possibilitar o aumento da eficiência na conservação das silagens, a utilização de inoculantes microbianos vem sendo feita por muitos produtores rurais. Entre as bactérias com maior uso na função de inoculante para silagens estão as heteroláticas, que são capazes de produzir ácido láctico diante da fermentação dos açúcares simples, ocasionando perdas de matéria seca e energia em quantidades mínimas (FONTANIVE et al., 2019).

Para que se consiga produzir uma silagem de qualidade, se faz necessário que a planta forrageira seja retirada do campo com teor de matéria seca ideal, de 28 a 34%, e que a mesma planta passe por etapas de fases de fermentação (RAMOS et al., 2021). De acordo com Fernandes et al. (2016), essas fases de fermentação são necessárias para que ocorra uma diminuição das perdas no decorrer do processo, nas formas de gases, efluentes e nutrientes.

Ainda segundo Ramos et al. (2021), no processo da ensilagem irão acontecer perdas desde o início, no corte das plantas, até o fim no momento que se faz a abertura do silo para a utilização da forragem armazenada. Existem vários fatores que podem implicar em perdas, dentre eles podemos citar, má compactação da forragem, colheita fora do ponto certo e má vedação do silo. Todos estes processos feitos de forma errônea podem acarretar diretamente no processo de fermentação da silagem, gerando o surgimento de microrganismos e produtos não desejados.

Os inoculantes bacterianos, classificados como estimuladores da fermentação, como as bactérias ácido lácticas (BAL) heterofermentativas facultativas, como *Lactobacillus plantarum*,

Pediococcus e *Enterococcus faecium*, tem capacidade de melhorar o processo fermentativo e acelerar a acidificação da silagem, o que reduz as fermentações secundárias e proporciona melhor recuperação de energia (SILVA, 2016). De acordo com Bach (2015), ao utilizar inoculantes em silagens, além de favorecer a fermentação, podem reduzir os danos causados por microrganismos aeróbicos, os inoculantes incluem bactérias homo ou heterofermentativas, ou também a combinação destas. Segundo Filya (2003), a maioria dos inoculantes disponíveis consiste em cepas selecionadas de cepas BAL homofermentativas, que produzem grandes quantidades de ácido lático na silagem em pouco tempo, estabilizando com mínimas perdas.

Diante disso, objetivou-se com o trabalho avaliar o uso de inoculante na silagem de milho e seu efeito sobre as perdas fermentativas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Campo Experimental do UNIVAG – Centro Universitário (15°38'40" S e 056°05'55" W, elevação ao nível do mar de 178m), localizado no município de Várzea Grande – MT, nos meses de dezembro de 2022 a fevereiro de 2023.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com dois tratamentos e dez repetições. Os tratamentos foram silagem de Milho, sem inoculante e com inoculante. Utilizou-se os seguintes materiais, 20 minis silos de tubos de PVC de 100mm de aproximadamente de 50 cm, com tampas em ambos os lados, o qual um tem um suspiro. O inoculante utilizado foi, LactoSilo Gold, com composição básica, *Lactobacillus curvatus* (CCT 7518), *Lactobacillus acidophilus* (CCT 3258), *Lactobacillus plantarum* (CCT 2568), *Lactobacillus buchneri* (CCT 3746), *Pediococcus acidilactici* (CCT 1622), *Enterococcus faecium* (CCT 5084), *Lactobacillus latis* (Sorgo S1) (CCT 7519 e Celulase (Enzima 4%).

Os minis silos foram preparados primeiro, o qual foram lavados em água corrente, e posteriormente deixados para secar, em seguida, os sacos de tecido TNT (tecido não tecido) foram preparados e foram colocados 500 gramas de areia seca, os sacos de TNT com areia, foram acondicionados na parte inferior dos minis silos, formando o conjunto mini silo (silo+tampa+areia+TNT).

Foram separados milho picado, para o tratamento sem inoculante, preenchimento de 10 minis silos, compactados e fechados, para o tratamento com inoculante, separou-se milho picado, adicionou-se o inoculante de acordo com a recomendação do fabricante, duas de LactoSilo Gold para uma tonelada de silagem, o qual foi aplicado com borrifador manual, misturado para que ficasse homogêneo a mistura, os minis silos foram preenchidos,

compactados e fechados, em seguida pesou-se cada silo separadamente, determinando assim o conteúdo de silagem em cada mini silo, depois acondicionados em um local seco e protegido, processo esse realizado no dia 16/12/2022.

Após 49 dias, realizou-se a pesagem, abertura e retirada de amostras para coleta de dados da silagem dos minis silos. Onde o primeiro passo foi a pesagem dos minis silos cheios e vazios, onde determinado o peso da silagem e peso de cada mini silo vazio, onde foram determinadas as perdas gasosas e de efluentes durante o processo de fermentação da silagem, em seguida retirou-se duas amostras, uma para a determinação do teor de matéria seca % (MS) e outra para determinação do pH da silagem.

Para a determinação de MS, foram levadas as amostras até o laboratório de sementes do UNIVAG, onde pesou-se as amostras, posteriormente levadas a estufa (Estufa de Secagem e Esterilização Mod. 320-SE Circulação Mecânica), em temperatura 65°C por 72 horas, onde após as 72 horas, as amostras foram retiradas e pesadas novamente, onde determinou a MS.

Para determinação de pH, as amostras foram levadas ao laboratório de química do UNIVAG, para a determinação do pH, foram separadas 25 gramas de silagem em copos descartáveis de 180 mL, adicionou-se 30 mL de água destilada, deixadas para descansar por 30 minutos, passado o tempo, retirou-se a solução da silagem e levadas ao pHmetro digital, onde foram determinados os valores de pH de cada amostra de ambos os tratamentos.

Para determinar as perdas por gases e efluentes, foram utilizadas as seguintes fórmulas, para perdas gasosas (PG), utilizou-se a fórmula abaixo,

$$PG = \frac{[(PSf - PSa)] \times 100}{MFf}$$

onde:

PG = perda de gases durante o armazenamento (% da MS inicial);

PSf = peso do silo na ensilagem;

PSa = peso do silo na abertura;

MFf = massa de farragem na ensilagem;

MSf = teor de MS da forragem na ensilagem.

Para perda de efluentes (PE), utilizou-se a fórmula abaixo,

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

onde:

E = produção de efluentes (kg/t de massa verde);

Pab = peso do conjunto (silo+areia+tampa+TNT) na abertura;

Pen = peso do conjunto (silo+areia+tampa+TNT) na ensilagem;

MVfe = massa verde de forragem ensilada.

Os dados foram analisados por meio de análise de variância (ANOVA), os testes de normalidade e homogeneidade de variância e, quando significativo as médias comparadas pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso do inoculante gerou um melhor pH na silagem de milho atingindo 3,39, enquanto a silagem sem inoculante apresentou 3,34. Isso devido à alta produção de ácido lático e o baixo poder tampão do milho.

Tabela 1. Potencial hidrogeniônico (pH), teor de matéria seca, perdas por gases e efluentes em silagens de milho sem e com a adição de inoculante.

Tratamento	pH	Teor MS (%)	Perdas por gases (%)	Perdas por efluentes (Kg/t de MV)
Sem inoculante	3,34b	27,44b	0,055b	5,99a
Com inoculante	3,39a	28,10a	0,064a	5,68b
CV (%)	1,17	2,24	24,39	56,48

CV: Coeficiente de variação. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Os teores de matéria seca dos tratamentos diferiram entre si, sendo o tratamento sem inoculante apresentando um teor de matéria seca (MS) médio de 27,44%, enquanto o tratamento com a adição do inoculante obteve um teor médio de MS igual a 28,10%, fazendo com que o tratamento com inoculação seja melhor.

As perdas por efluentes apresentaram diferenças significativas entre os dois tratamentos, no qual o tratamento sem inoculante apresentou uma perda de média de 5,99 Kg/t de matéria verde (MV) e o tratamento com inoculante se sobressaiu apresentando 5,68 Kg/t de MV mostrando sua eficiência na redução das perdas por efluentes.

As perdas gasosas da silagem de milho diferiram entre os dois tratamentos, onde o tratamento sem inoculante mostrou média de 0,055% de perdas e o com inoculante apresentou 0,064% de perdas, tendo assim um pior desempenho em comparação ao tratamento sem inoculante.

O pH de uma silagem é a medida utilizada para quantificar sua acidez. Durante o processo de ensilagem o ácido láctico produzido pelas bactérias lácticas costuma ser o ácido encontrado em maior volume nas silagens sendo também o maior responsável pela queda do pH durante a fermentação, pois ele consegue ficar de 10 a 12 vezes mais concentrado que qualquer outro ácido encontrado da fermentação. O pH pode ser afetado por muitos fatores, porém está ligado mais a produção de ácido láctico e poder tampão da cultura. As silagens de milho possuem geralmente pH final mais baixo em torno de 3,7 a 4,0 justamente pelo milho ter menor capacidade de tamponamento (KUNG et al., 2018).

O baixo pH do ácido láctico estabiliza a fermentação conseguindo inibir o crescimento ou até mesmo matar microrganismos que não conseguem tolerar um pH baixo. Todavia a medida que o índice de MS aumenta o pH da silagem também aumenta, isso ocorre devido a água metabólica disponível para crescimento das bactérias lácticas começar diminuir e tornar limitante com o aumento da MS (WHITER e KUNG, 2001). Um pH mais baixo, menor que 3,5, foi observado em algumas silagens de milho e pode ser resultado da reação do NO_2 e da água sendo convertida em ácido nítrico (PAHLOW et al., 2003).

De acordo com Silva et al. (2018), os responsáveis pela diminuição de pH em silagens de gramíneas são os teores de ácidos láctico, acético e propiônico, bem como importantes responsáveis pela manutenção da qualidade da forragem após abertura, sendo assim o que pode explicar os baixos níveis de pH das silagens mesmo que estes não tenham sido quantificados durante o trabalho.

O teor de matéria seca do milho no dia da ensilagem era de 30,56%, ou seja, uma matéria seca considerada adequada de acordo com Monteiro et al. (2011), que para se obter uma

fermentação de qualidade o material que irá ser ensilado deve conter de 28 a 34% de MS. Forrageiras tropicais como o milho com um teor de MS menor do que 25% podem fazer com que as perdas por efluentes sejam elevadas, assim ocasionando uma perda dos valores nutricionais da silagem pois nos efluentes estão presentes carboidratos e nitrogênio (KUNG JÚNIOR et al., 2018).

Segundo Ítavo et al. (2003), o processo de inoculação de silagens de milho não afeta o padrão fermentativo da mesma, porém consegue diminuir o teor de nitrogênio amoniacal e também as perdas de matéria seca. Diante disso podemos observar a diferença entre o tratamento sem inoculação e com inoculação onde o teor de matéria seca final da silagem foi maior.

A perda por gases em si pelo dióxido de carbono pode ser considerada uma das maiores no processo de ensilagem, devido ao ambiente anaeróbico e das fermentações feitas por microrganismos em açúcares e ácidos orgânicos, essas perdas gasosas podem chegar até 4% e são diretamente relacionadas ao ambiente dentro do silo (ZIMMER, 1980). A produção de gases no silo como o gás carbônico é ocasionado da respiração das plantas ensiladas que fazem o uso do oxigênio disponível (FERNANDES et al., 2016).

De acordo com Jacovetti et al. (2018), a produção dos gases dentro do silo é recorrente de fermentações secundárias que podem ser feitas por microrganismos que não são desejados, como as bactérias do gênero *Clostridium*. Segundo Negrão et al. (2020), ao realizar o uso de quitosana e aditivo microbial em silagens, notou-se o aumento das perdas por gases e assim inferiram que essa perda tem relação com o aumento dos microrganismos. O que justifica o tratamento com inoculação apresentar uma maior perda gasosa, pois a carga microbiana ali presente e a intensidade da fermentação seriam relativamente maiores.

A perda por efluentes das silagens apresentou uma média de 5,83 Kg/t de MV o que pode se considerar um valor muito baixo em relação aos encontrados por Oliveira et al. (2010) que foram de 20,4 Kg/t de MV de perdas por efluentes. Podendo assim afirmar que ocorreu uma boa compactação do material ensilado, pois uma vez mal compactada pode gerar processos indesejados como aumento de bactérias aeróbicas que causam fermentações inadequadas, assim comprometendo a conservação pela entrada de ar ou alta produção de efluentes e chorume (LOPES, 2012).

Os volumes de efluente gerados em um silo são influenciados pela matéria seca, índice de compactação e espécie de forrageira a ser ensilada (LOURES et al., 2003). É importante que o teor de matéria seca da forragem no momento da ensilagem seja em média de 35%, a presença de umidade contribui para o aumento de efluentes, que diminui qualidade da silagem além de

realizar uma perda nutricional pois o ali estão presentes ácidos orgânicos, açúcares e proteínas que serão perdidas (RAMOS, 2021).

4. CONCLUSÃO

O uso do inoculante LactoSilo Gold proporcionou um melhor pH, maior teor de matéria seca e menos perdas por efluentes.

O inoculante LactoSilo Gold, proporcionou maiores perdas por gases.

É recomendado o uso do LactoSilo Gold na produção de silagem de milho.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACH, BLEINE CONCEIÇÃO. **Perdas fermentativas, microbiologia e composição químico-bromatológica de silagens de milho (*Zea mays*) ou capim-mombaça (*Panicum maximum*) tratadas com aditivos microbianos**. Dissertação (Mestrado) – Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, p 97. 2015.

CALONEGO, J.C.; POLETO, L.C.; DOMINGUES, F.N.; TIRITAN, C.S. Produtividade e crescimento de milho em diferentes arranjos de plantas. **Agrarian**, v. 4, n. 12, p. 84–90, 2011.

FERNANDES, G.F.; EVANGELISTA, A.F.; BORGES, L.S. Potencial de espécies forrageiras para produção de silagem: revisão de literatura. **Nutri Time**, v. 13, n. 03, p. 4652-4656, 2016.

FILYA, I. The Effect of *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus plantarum* on the Fermentation, Aerobic Stability, and Ruminal Degradability of Low Dry Matter Corn and Sorghum Silages. **American Dairy Science Association**, v. 86, ed. 11, p. 3575-3581, 2003.

FONTANIVE, D.E.; BIANCHETTO, R.; BESTER, G.F.B.; FILHO, L.E.N.C.; CEZIMBRA, J.C.; SOUZA, E.L. PRODUTIVIDADE DE MILHO CRIOULO EM TRÊS ANOS AGRÍCOLAS, CULTIVADO EM SISTEMA DE BAIXA TECNOLOGIA NO NOROESTE DO RIO GRANDE DO SUL. **Salão Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão**, Porto Alegre/RS, ano 26, ed. 9º, 26 ago. 2019.

ÍTAVO, C.C.B.F., MORAIS, M.G.M., ÍTAVO, L.C.V. et al. Parâmetros fermentativos de silagens de grãos úmidos de milho com ou sem o uso de aditivo microbiano. In: **XL Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Santa Maria - RS. Anais... Santa Maria, SBZ, Forragicultura - FOR-248, 2003.

JACOVETTI, R.; FRANÇA, A.F.S.; CARNEVALLI, R.A.; MIYAGI, E.S.; BRUNES, L.C.; CORRÊA, D.S. Milheto como silagem comparado a gramíneas tradicionais: aspectos

quantitativos, qualitativos e econômicos. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.19, ed.26539, 2018.

KUNG JUNIOR, L.N.; SHAVER, R.D.; GRANT, R.J.; SCHMIDT, R.J. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. **American Dairy Science Association**, v. 101, ed. 5, p. 4020-4033, 2018.

LOPES, K.S.M.; ANDREOTTI, M.; COSTA, N.R.; YOKOBATAKE, K.L.A.; BERGAMASCHINE, A. F. Perdas no processo de ensilagem de silagens de milho na região de cerrado no sistema de integração lavoura-pecuária. **UNESP**, 2012.

LOURES, D.R.S.; GARCIA, R.; PEREIRA, O.G.; CECON, P.R.; SOUZA, A.L. Características do Efluente e Composição Químico-Bromatológica da Silagem de Capim-Elefante sob Diferentes Níveis de Compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, ed. 6, p. 1851-1858, 2003.

MONTEIRO, I.J.G.; ABREU, J.G.; CABRAL, L.S.; RIBEIRO, M.D.; REIS, R.H.P. Silagem de capim-elefante aditivada com produtos alternativos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 4, p. 347-352, 2011.

NEGRÃO, F.M.; ZANINE, A.M.; SILVA FILHO, A.S.; SILVA, A.R.; SANTOS, R.M.; CALDEIRA, F.H.B.; LINS, T.O.J.D.; CIRÍACO, A.P.; FREIRIA, L.B.; REIS, R.H.P. Losses and chemical composition of the silts of piatã grass with inclusion of bean residue. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, 2020.

OLIVEIRA, L.B.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; RIBEIRO, L.S.O.; ALMEIDA, V.V.; PEIXOTO, C.A.M. Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, 2010.

PAHLOW, G.; MUCK, R.E.; DRIEHUIS, F.; ELFERINK, S.O. Microbiology of Ensiling. **American Society of Agronomy**, n. 42, p. 31-93, 2003.

PEREIRA, L.B.; MACHADO, D.S.; ALVES FILHO, D.C.; BRONDANI, I.L.; DA SILVA, V.S.; ARGENTA, F.M.; MOURA, A.F.; BORCHATE, D. Características agronômicas da planta e produtividade da silagem de milho submetido a diferentes arranjos populacionais. **MAGISTRA**, v. 29, n. 1, p. 18-27, 2018.

RAMOS, B.L.P.; PIRES, A.J.V.; CRUZ, N.T.; SANTOS, A.P.S.; NASCIMENTO, L.M.G.; SANTOS, H.P.; AMORIM, J.M.S. Losses in the silagem process: A brief review. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, 2021.

SILVA, J.S.; RIBEIRO, K.G.; PEREIRA, O.G.; MANTOVANI, H.C.; CECON, P.R.; PEREIRA, R.C.; SILVA, J.L. Nutritive value and fermentation quality of palisadegrass and stylo mixed silages. **Animal Science Journal**, v. 89, p. 72-78, 2018.

SILVA, N.C. **Características das silagens de grãos de milho influenciadas pela reidratação e pela inoculação com *L. buchneri* sobre o desempenho de bovinos de corte confinados**. 2016. 144 p. Tese (Doutora em Zootecnia) - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO" FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS CAMPUS JABOTICABAL, Jaboticabal/SP, 2016.

TAVEIRA, J.H.S.; ATAÍDE, M.V.; ROCHA, M.P.; FREITAS, N.F.; PRADO, S.M.A. Importância dos remineralizadores na produção de milho para silagem. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 3, p. 24907–24919, 2021.

WHITER, A.G.; KUNG JR.L. The Effect of a Dry or Liquid Application of *Lactobacillus plantarum* MTD1 on the Fermentation of Alfalfa Silage. **Journal of Dairy Science**, v. 84, p. 2195-2202, 2001.

ZIMMER, E. Efficient silage systems. In Occasional symposium-British Grassland Society, 1980, Reading, UK.