



Estabilidade aeróbia da silagem de ração total para cabras leiteiras à base de sorgo fertirrigado com diferentes doses de silício e inoculadas com *Azospirillum brasilense*

George de Sousa Lima Paiva¹, Anderson de Moura Zanine², Daniele de Jesus Ferreira², Renata Sousa Costa³, Francisca Claudia da Silva de Sousa⁴, Júlia Bianca Araújo Marinho¹, Danillo Marte Pereira⁵, Francisco Naysson de Sousa dos Santos⁶.

1 Graduação, Universidade Federal do Maranhão-Chapadinha/MA

2 Professor(a), Universidade Federal do Maranhão- Chapadinha/MA

3 Mestra, Universidade Federal do Maranhão-Chapadinha/MA

4 Doutoranda, Universidade Federal da Paraíba-Campus II, Areia/PB

5 Pós Doutorado Junior, Universidade Federal do Maranhão-Chapadinha/MA

6 Bolsista DCR/CNPq, Universidade Federal do Maranhão-Chapadinha/MA

RESUMO: O uso de silagens na alimentação animal tem aumentado ano após ano, e o sorgo é uma das culturas mais utilizadas no Brasil. Diante disso, buscou-se avaliar os efeitos das diferentes doses de silício e da inoculação ou não do *A. brasiliense*. sobre a estabilidade aeróbia das silagens de ração total para cabras leiteiras. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados em um esquema fatorial 4x2 com oito tratamentos e cinco repetições. As temperaturas das silagens foram mensuradas a cada 10 minutos, mantendo a temperatura ambiente constante a 25 °C durante 200 horas. Na avaliação da estabilidade aeróbia foram observadas diferenças entre os tratamentos. No entanto, todos os tratamentos, exceto a silagem com 4 kg ha⁻¹ de silício inoculada com *A. brasiliense*. A silagem tratada com 4 kg ha⁻¹ de silício e inoculada com *A. brasiliense* apresentou o maior tempo de estabilidade quando exposta ao ar.

Palavras-chave: ensilagem, fermentação, *sorghum bicolor*

Aerobic stability of total mixed ration silage for dairy goats based on sorghum fertigated with different doses of silicon and inoculated with *Azospirillum brasilense*

ABSTRACT: The use of silages in animal feed has increased year after year, and sorghum is one of the most used crops in Brazil. Given this, we sought to evaluate the effects of different doses of silicon and whether or not inoculation with *A. brasiliense*. on the aerobic stability of total feed silages for dairy goats. A randomized block design was used in a 4x2 factorial scheme with eight treatments and five replications. Silage temperatures were measured every 10 minutes, keeping the room temperature constant at 25 °C for 200 hours. In the evaluation of aerobic stability, differences were observed between the treatments. However, all treatments, except the silage with 4 kg ha⁻¹ of silicon inoculated with *A. brasiliense*, showed lower stability. The silage treated with 4 kg ha⁻¹ of silicon and inoculated with *A. brasiliense* exhibited the longest stability time when exposed to air.

Keywords: ensiling, fermentation, *sorghum bicolor*

INTRODUÇÃO

No Brasil, o uso da silagem de sorgo tem aumentado anualmente, especialmente em regiões áridas e semiáridas, onde a cultura se destaca por sua maior resistência ao estresse hídrico. Esse crescimento é impulsionado pela sazonalidade das pastagens e pela intensificação dos sistemas de produção. Esse aumento se deve, sobretudo, às características desejáveis do sorgo, como o teor de matéria seca, a presença de carboidratos solúveis e a baixa capacidade tampão, que facilitam a fermentação láctica e, conseqüentemente, a conservação da forragem (Silva *et al.*, 2017).

Durante a fermentação, as bactérias lácticas produzem ácido láctico, reduzindo o pH a níveis inferiores a 4 (Behling Neto *et al.*, 2017; Pinho *et al.*, 2015). No entanto, leveduras ácido tolerantes presentes no sorgo continuam ativas, gerando etanol e CO₂ a partir dos carboidratos, o que resulta em perdas significativas de matéria seca nas silagens de sorgo sem aditivos (Santos *et al.*, 2018).

Técnicas como o uso de aditivos nutricionais, especialmente concentrados proteicos, têm se mostrado eficazes no controle de leveduras em silagens, melhorando a fermentação, reduzindo perdas



de matéria seca e aumentando a estabilidade aeróbia, sem prejudicar as bactérias lácticas (Santana *et al.*, 2022; Viana *et al.*, 2013).

Visando melhorar a qualidade da silagem, o silício pode ajudar a minimizar a degradação de carboidratos durante a fermentação, o que pode resultar em uma melhor preservação dos nutrientes e menor produção de compostos indesejáveis, como o etanol, além de contribuir para uma melhor estabilidade aeróbia da silagem, reduzindo o crescimento de microrganismos indesejáveis que podem comprometer a qualidade da silagem após a abertura do silo. A presença de *A. brasiliense* pode facilitar a fermentação, reduzindo a quantidade de ácidos indesejáveis e melhorando a conservação da forragem.

Portanto, objetivou-se avaliar a estabilidade aeróbia das silagens de ração total para cabras leiteiras utilizando-se diferentes doses de silício, com ou sem a inoculação com *A. brasiliense*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Centro de Ciências de Chapadinha da Universidade Federal do Maranhão – UFMA/CCCh, localizado no Município de Chapadinha, Região do Baixo Parnaíba, situada a 03°44'33" S de latitude e 43°21'21" W de longitude. O clima predominante da região é o tropical úmido, segundo a classificação de Köppen (2013).

O delineamento experimental utilizado foi o delineamento em blocos casualizados, em um esquema fatorial 4 × 2, com cinco repetições, totalizando 40 unidades experimentais. O primeiro fator consistiu nas doses de silício (Si) (0, 4, 8 e 12 kg ha⁻¹) correspondente a 0; 0,96; 1,90 e 2,85 mmol L⁻¹ de Si na solução em cada aplicação, enquanto o segundo fator foi a inoculação das sementes com as cepas de *Azospirillum brasilense* (cepas Ab-V5 e Ab-V6), na proporção de 50% de cada. O cultivar utilizada foi o sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* cv. BRS Ponta Negra).

A aplicação do silício nas plantas foi dividida em seis vezes, com três aplicações durante o período vegetativo e outras três no período reprodutivo. A diluição do silício foi realizada em uma caixa de água de 1000 L, na qual foram destinados 70 L de diluição para cada um dos tratamentos. Cada planta recebeu 0,700 ml da diluição. A fonte de Si a ser utilizada foi o silicato de sódio estabilizado com sorbitol (Si = 115,2 g L⁻¹, Na₂O = 60,5 g L⁻¹)

As dietas para cabras leiteiras foram formuladas para atender as exigências, segundo o NRC (2007) de cabras pesando, em média 40 kg e produzindo 3,0 kg de leite por dia, com 4,0% de gordura, com uma relação volumoso: concentrado de 50:50.

Após a mistura dos ingredientes foi realizada a ensilagem do material em silos, com capacidade de 5 litros (22cm x 19,5cm x 16cm). Os silos foram pesados, vedados com tampa de lona plástica e envoltos por fita adesiva, armazenados à temperatura ambiente em local coberto, seco e arejado até os momentos de abertura dos silos experimentais.

Após 120 dias de armazenamento os silos foram abertos, o ensaio de estabilidade aeróbia foi avaliado por meio do monitoramento da temperatura interna das silagens expostas ao ar. Ao abrir os silos, foram coletadas amostras de silagem sem compactação, totalizando aproximadamente 1,5 kg, as quais foram realocadas em silos limpos. Durante o monitoramento, as temperaturas das silagens foram mensuradas a cada 10 minutos, mantendo a temperatura ambiente constante a 25 °C durante 200 horas.

As temperaturas das silagens foram obtidas por meio de sensores de temperatura encapsulados, do modelo DS18B20 (Maxim Integrated™, DS18B20, Califórnia, Estados Unidos), que possuem uma faixa de temperatura operacional de -55 a 125 °C e uma precisão de ±0.5 °C. Esses sensores estavam interligados a um microcontrolador específico ATmega2560 (Arduino®, Mega 2560, Itália), que foi programado para coletar as temperaturas a cada intervalo de 10 minutos, ao longo das 200 horas de monitoramento. Os sensores foram inseridos no centro da silagem a uma profundidade de 10 cm na massa ensilada. Foi considerado início da deterioração quando a temperatura interna das silagens atingiu um valor 2°C acima da temperatura ambiente (Taylor; Kung, 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação da estabilidade aeróbia foram observadas diferenças entre os tratamentos. No entanto, todos os tratamentos, exceto a silagem com 4 kg ha⁻¹ de silício inoculada com *A. brasilense* (Si4Ab), apresentaram quebra da estabilidade após cerca de 30 horas.

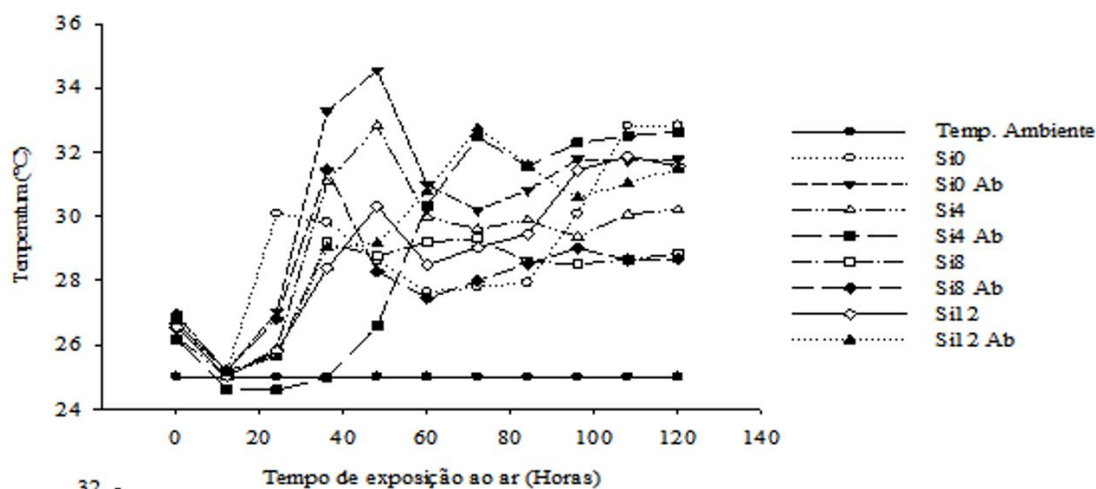


Figura 1. Tempo médio de estabilidade aeróbia da silagem de ração total para cabras leiteiras expostas ao ar, utilizando diferentes doses de Si, com e sem inoculação com *A. brasilense*.

As silagens de ração completa para cabras leiteiras, demonstraram maior tempo de estabilidade quando expostas ao ar. Esse efeito pode ser atribuído ao uso de ingredientes concentrados, que retardam a queda do pH da silagem, aumentam a produção de ácido acético e reduzem a atividade da água (Bueno *et al.*, 2020; Wang; Nishino, 2013). Isso dificulta a proliferação de leveduras, que necessitam de um ambiente mais úmido e com substrato disponível para competir com as bactérias lácticas (McDonald *et al.*, 1991).

CONCLUSÃO

Os resultados indicam que a silagem tratada com 4 kg ha⁻¹ de silício e inoculada com *A. brasilense* apresentou o maior tempo de estabilidade quando exposta ao ar. A combinação de silício e a inoculação com *A. brasilense* pode ter contribuído para um ambiente mais favorável à conservação da silagem, reduzindo a atividade microbiana indesejável e melhorando a resistência à deterioração. Esses achados sugerem que o uso de silício aliado à inoculação com *A. brasilense* pode ser uma estratégia promissora para otimizar a qualidade e a estabilidade das silagens para caprinos leiteiros.

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão – FAPEMA (Processo FAPEMA/CNPq PDCTR n. 08881/2022) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq

REFERÊNCIAS

BEHLING NETO, A.; REIS, R. H. P.; CABRAL, L. D. S.; ABREU, J. G.; PAULA SOUSA, D.; PEDREIRA, B. C.; MOMBACH, M. A.; BALBINOT, E.; DE CARVALHO, P.; DA SILVA CARVALHO, A. P. Fermentation characteristics of different purposes sorghum silage. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 38, n. 4, p. 2607–2618, 2017.

BUENO, A. V. I.; LAZZARI, G.; JOBIM, C. C.; DANIEL, J. L. P. Ensiling total mixed ration for ruminants: A review. *Agronomy*, v. 10, n. 6, 2020.



- MCDONALD, P. J.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The Biochemistry of Silage**. 2nd. ed. Marlow, Bucks, UK: Cambridge University Press, 1991.
- PINHO, R. M. A.; SANTOS, E. M.; OLIVEIRA, J. S. De; BEZERRA, H. F. C.; FREITAS, P. M. D. De; PERAZZO, A. F.; RAMOS, R. C. da S.; SILVA, A. P. G. Da. Sorghum cultivars of different purposes silage. **Ciência Rural**, v. 45, n. 2, p. 298–303, 2015.
- SANTANA, L. P.; SANTOS, E. M.; OLIVEIRA, J. S.; SANTOS, B. R. C.; CARVALHO, G. G. P.; CAVALCANTI, J. V. F. L.; CRUZ, G. F. L.; PEREIRA, D. M.; CAVALCANTI, H. S.; SANTOS, F. N. S.; JUSTINO, E. S.; LEITE, G. M.; SANTOS, M. A. C.; GOMES, P. G. B.; PERAZZO, A. F. Microbial inoculant and cottonseed cake as additives for millet silage at different fermentation times. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, p. 1–17, 2022.
- SANTOS, A. P. M.; SANTOS, E. M.; OLIVEIRA, J. S.; RIBEIRO, O. L.; PERAZZO, A. F.; MARTINS ARAÚJO PINHO, R.; MACÊDO, A. J. S.; PEREIRA, G. A. Effects of urea addition on the fermentation of sorghum (*Sorghum bicolor*) silage. **African Journal of Range and Forage Science**, v. 35, n. 1, p. 55–62, 2018.
- SILVA, T. C.; SILVA, L. D.; SANTOS, E. M.; OLIVEIRA, J. S. Importance of the Fermentation to Produce High-Quality Silage. Em: **Fermentation Processes**. InTech, 2017. p. 1–20.
- TAYLOR, C. C.; KUNG, L. The Effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the Fermentation and Aerobic Stability of High Moisture Corn in Laboratory Silos. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 6, p. 1526–1532, 2002. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74222-7](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74222-7)
- VIANA, P. T.; TEIXEIRA, F. A.; PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P. De; FIGUEIREDO, M. P. De; SANTANA JUNIOR, H. A. De. Losses and nutritional value of elephant grass silage with inclusion levels of cottonseed meal. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 35, n. 2, p. 139–144, 2013.
- WANG, C.; NISHINO, N. Effects of storage temperature and ensiling period on fermentation products, aerobic stability and microbial communities of total mixed ration silage. **Journal of Applied Microbiology**, v. 114, n. 6, p. 1687–1695, 2013.