



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS COCAL
CURSO TECNOLOGIA EM AGROECOLOGIA

WILLIAN CARDOSO BARROSO

**CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS DA SILAGEM DO CAPIM MASSAI SOB
DIFERENTES NÍVEIS DE INCLUSÃO DA PARTE AÉREA DA MORINGA**

WILLIAN CARDOSO BARROSO

**CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS DA SILAGEM DO CAPIM MASSAI SOB
DIFERENTES NÍVEIS DE INCLUSÃO DA PARTE AÉREA DA MORINGA**

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de **Tecnologia em
Agroecologia** do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus **Cocal**.
Orientador: Prof. Dr. Vandenberg Lira Silva.

CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS DA SILAGEM DO CAPIM MASSAI SOB DIFERENTES NÍVEIS DE INCLUSÃO DA PARTE AÉREA DA MORINGA

Willian Cardoso Barroso¹

Vandenberg Lira Silva²

RESUMO

A silagem é uma estratégia fundamental para a conservação de forragens, garantindo a alimentação de ruminantes em períodos de escassez. O presente estudo teve como objetivo avaliar as características fermentativas da silagem de capim Massai (*Panicum maximum* cv. Massai) com a inclusão da parte aérea da moringa (*Moringa oleifera*) nos níveis de 0%, 10%, 20%, 30% e 40%. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições, utilizando 20 minissilos de PVC. Foram analisados parâmetros como pH, temperatura, perdas por gases e efluentes, umidade, matéria seca, matéria mineral e matéria orgânica. Os resultados indicaram efeito significativo para a maioria dos parâmetros avaliados, exceto para perdas por efluentes. A inclusão de moringa promoveu redução do pH e das perdas por gases, indicando melhoria na qualidade fermentativa da silagem. O nível de 30% de inclusão apresentou maior taxa de recuperação de matéria seca, demonstrando melhor conservação dos nutrientes. Conclui-se que a adição da parte aérea da moringa contribui positivamente para a qualidade fermentativa da silagem de capim Massai.

Palavras-chave: silagem; moringa; capim Massai; fermentação; ruminantes.

ABSTRACT

Silage is a fundamental strategy for forage conservation, ensuring the feeding of ruminants during periods of scarcity. The present study aimed to evaluate the fermentative characteristics of Massai grass silage (*Panicum maximum* cv. Massai) with the inclusion of the aerial part of moringa (*Moringa oleifera*) at levels of 0%, 10%, 20%, 30%, and 40%. The experiment was conducted in a completely randomized design, with five treatments and four replications, using 20 PVC minisilos. Parameters such as pH, temperature, gas and effluent losses, moisture, dry matter, mineral matter, and organic matter were analyzed. The results indicated a significant effect for most of the evaluated parameters, except for effluent losses. The inclusion of moringa promoted a reduction in pH and gas losses, indicating an improvement in the fermentative quality of the silage. The 30% inclusion level showed the highest dry matter recovery rate, demonstrating better nutrient preservation. It is concluded that the addition of the aerial part of moringa positively contributes to the fermentative quality of Massai grass silage.

Keywords: silage; moringa; Massai grass; fermentation; ruminants.

Data de aprovação: 12/08/2025

1 INTRODUÇÃO

A conservação de forragens por meio da ensilagem é uma prática essencial na pecuária, especialmente em regiões sujeitas à sazonalidade climática, como o semiárido brasileiro. Essa técnica consiste na fermentação controlada do material forrageiro em ambiente anaeróbico, com o objetivo de preservar o valor nutritivo da planta e garantir o suprimento alimentar dos animais durante períodos de escassez de pastagens. A silagem bem conduzida assegura uma alimentação mais estável e balanceada, reduzindo as oscilações na produtividade animal ao longo do ano (Guedes & Bueno, 2017).

Dentre as espécies forrageiras utilizadas para a produção de silagem, destaca-se o capim Massai, uma gramínea tropical amplamente cultivada no Brasil por sua alta produção de biomassa, boa adaptação a solos de baixa fertilidade e tolerância ao pastejo intensivo. No entanto, apesar de suas vantagens agronômicas, o capim Massai apresenta limitações nutricionais, como o baixo teor de proteína bruta e a alta concentração de fibra em detergente neutro (FDN), o que pode comprometer a eficiência alimentar e o desempenho dos ruminantes (Guedes & Bueno, 2017).

Com o intuito de melhorar o valor nutricional da silagem produzida com gramíneas tropicais, diversas estratégias têm sido estudadas, entre elas a inclusão de leguminosas ou de espécies ricas em compostos bioativos. A Moringa oleifera, planta originária da Ásia e bem adaptada ao clima semiárido, tem se destacado como uma alternativa promissora. Suas folhas e hastes finas possuem elevados teores de proteína, minerais e antioxidantes naturais, além de apresentar compostos fenólicos que exercem efeito antimicrobiano e antioxidante (Mendieta-Araica et al., 2009).

Estudos recentes indicam que a adição de moringa à silagem pode melhorar a fermentação, reduzir o pH, aumentar a concentração de ácido láctico e inibir microrganismos indesejáveis, como os do gênero *Clostridium*. Os efeitos citados contribuem para a produção de uma silagem de melhor qualidade, com melhor conservação dos nutrientes e maior estabilidade aeróbica após a abertura do silo. Além disso, a inclusão de moringa na dieta animal pode beneficiar a digestibilidade dos nutrientes e a microbiota ruminal, favorecendo o desempenho zootécnico dos animais (Oliveira, 2017).

Apesar do potencial promissor dessa combinação, ainda há poucos estudos que investigam os efeitos da inclusão da moringa na silagem de capim Massai em diferentes proporções. Com isso, torna-se necessário aprofundar o conhecimento sobre as interações entre essas duas espécies forrageiras e seus impactos nas características

fermentativas do material ensilado.

Atualmente, não se sabe qual nível de inclusão da parte aérea da moringa é mais eficiente para melhorar as características fermentativas da silagem de capim Massai. Essa lacuna de conhecimento motiva a realização deste estudo, buscando identificar o percentual ideal para otimizar a qualidade do volumoso.

Nesse sentido, objetivou-se avaliar características fermentativas da silagem do capim Massai sob diferentes níveis de inclusão da parte aérea da moringa.

¹ Graduando em Tecnologia em Agroecologia. Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Piauí, – IFPI Campus Cocal. williancarbarroso@gmail.com

² Doutor em Zootecnia. Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Piauí - IFPI campus Cocal. berglira@gmail.com

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A silagem é um alimento volumoso conservado, obtido por meio da ensilagem, técnica que consiste em armazenar forragens em ambiente anaeróbio, permitindo a fermentação láctica e preservando o valor nutritivo. Essa prática é fundamental para manter a produtividade animal em períodos de escassez de pastagem, como na estação seca.

O capim Massai destaca-se entre as gramíneas tropicais devido à sua elevada produção de biomassa, rusticidade e boa adaptação às condições climáticas do semiárido. No entanto, essa forrageira apresenta características nutricionais que podem limitar seu aproveitamento, como baixos teores de proteína bruta e digestibilidade da fibra.

Uma alternativa viável é a inclusão de plantas com elevado valor proteico e propriedades bioativas, como a *Moringa oleifera*. Essa planta é originária da Ásia e vem ganhando destaque no Brasil por suas propriedades nutricionais e capacidade de adaptação a climas secos. Estudos demonstram que a moringa possui teores de proteína bruta superiores a 20% na matéria seca, além de apresentar compostos antioxidantes, vitaminas e minerais essenciais.

Segundo Abdoun et al. (2023), a inclusão da moringa na alimentação animal pode resultar em melhorias significativas no metabolismo ruminal, no desempenho produtivo e na resposta imunológica dos animais. A presença de compostos fenólicos e taninos condensados pode ainda contribuir para a modulação da fermentação ruminal e redução das perdas proteicas durante a ensilagem. Esses compostos também têm efeito inibitório sobre microrganismos deteriorantes, contribuindo para uma melhor estabilidade aeróbica da silagem.

Azevedo et al. (2020) observaram, em estudo com silagem de capim-elefante, que a adição de moringa em diferentes proporções resultou na redução do pH e aumento da concentração de ácido láctico, dois indicadores positivos da qualidade fermentativa. Além disso, os autores relataram que houve melhora na composição química da silagem, com aumento nos teores de proteína bruta e digestibilidade da matéria seca.

Jayanegara et al. (2019) destacam que os taninos presentes na moringa podem desempenhar papel importante na redução da proteólise durante o processo de fermentação, resultando em menor produção de amônia e maior retenção de nitrogênio na silagem. Esses efeitos são especialmente benéficos quando se busca uma alimentação mais eficiente e menos poluente, uma vez que a excreção de nitrogênio pelos animais pode contribuir para impactos ambientais.

Além das vantagens nutricionais e fermentativas, a moringa também apresenta benefícios relacionados à sustentabilidade dos sistemas de produção. Por ser uma planta

resistente à seca, de rápido crescimento e fácil manejo, pode ser cultivada em consórcio com outras culturas, promovendo a diversificação e reduzindo a dependência de insumos externos. Cohen et al. (2017) argumentam que a adoção de plantas adaptadas ao ambiente local representa uma estratégia eficaz para aumentar a resiliência dos sistemas produtivos e fortalecer a segurança alimentar.

A importância da moringa também está associada às suas diferentes partes vegetativas, sendo a parte aérea (folhas, pecíolos e hastes finas) amplamente utilizada na alimentação animal. De acordo com Carvalho et al. (2022), as folhas da moringa apresentam elevado conteúdo proteico e teores significativos de cálcio, ferro e vitamina A, tornando-se uma fonte segura e eficiente de suplementação alimentar.

Outro ponto relevante a ser considerado é o controle de fermentações indesejáveis durante o processo de ensilagem. Em condições inadequadas de umidade, compactação e vedação, microrganismos do gênero *Clostridium* podem se proliferar, produzindo ácidos indesejáveis (como o ácido butírico), aumentando o pH e comprometendo a qualidade da silagem. A inclusão da moringa, por favorecer a produção de ácido lático e inibir microrganismos indesejáveis, pode contribuir significativamente para evitar esse tipo de fermentação.

Segundo Medeiros et al. (2015), o sucesso do processo fermentativo está diretamente ligado ao equilíbrio entre a umidade da massa ensilada e o teor de carboidratos solúveis. A moringa, além de fornecer proteína, pode contribuir com açúcares fermentáveis e compostos que facilitam a dominância das bactérias ácido-láticas, essenciais para uma fermentação eficiente.

A importância da silagem vai além da questão nutricional, tendo impacto também na economia da propriedade rural. De acordo com Souza et al. (2021), a produção de silagem de boa qualidade permite reduzir gastos com concentrados, além de favorecer a independência dos produtores em relação a alimentos externos, especialmente em regiões de clima semiárido.

A microbiota envolvida na fermentação também desempenha papel essencial. A predominância de *Lactobacillus*, *Pediococcus* e *Enterococcus* é desejável para uma fermentação eficiente e estável. A moringa, devido às suas propriedades antimicrobianas naturais, pode favorecer essa predominância, resultando em menor produção de efluentes, menor perda por gases e maior recuperação de matéria seca.

3 METODOLOGIA

3.1 Local do experimento

O presente trabalho foi desenvolvido na Unidade de Aulas Práticas e Pesquisa-UAPP do IFPI Campus Cocal no município de Cocal-PI (03°28'16" S e 41°33'18"W), o qual está localizado na região de Parnaíba-PI, mesorregião do norte piauiense e pertencente à região fisiográfica da caatinga. Com sua população estimada de 28.212 habitantes, de acordo com o censo de 2022, possuindo área de 1.294,132 km² e altitude de 160,0 metros. Delimitar-se ao Norte com os municípios de Luís Correia e Bom Princípio do Piauí; ao Sul com Piracuruca e Cocal dos Alves; a Oeste com Buriti dos Lopes e Caraúbas do Piauí e ao Leste faz marco com o Estado do Ceará por meio dos municípios de Viçosa do Ceará e Granja. As análises foram realizadas nos Laboratórios de Agricultura e Biologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI, campus Cocal. O pasto de *Megathyrsus maximus* cv. Massai foi proveniente de uma área pertencente a Unidade de Aulas Práticas e Pesquisa (UAPP) do setor de Forragicultura do IFPI Campus Cocal, em Cocal - PI, no período de fevereiro de 2025.

3.2 Instalação dos silos experimentais

Foram utilizados 20 minisilos confeccionados com tubos de PVC com 100 mm de diâmetro e 40 cm de comprimento. Cada silo foi vedado com dois tampões de PVC, sendo um na base e outro na tampa, esta última equipada com uma mangueira de borracha de 5 cm contendo uma pequena perfuração, funcionando como válvula de Bunsen para permitir a liberação dos gases resultantes da fermentação, conforme descrito por Freitas et al. (2016). Na base dos silos, foi adicionada uma camada de areia lavada contendo 300 g em cada minisilo, a areia passou pelo processo de secagem na estufa, para ser destinada à captação dos efluentes. Sobre a areia, foram posicionadas uma camada de tecido de algodão e outra de tela de mosquiteiro, com o objetivo de evitar o contato direto da silagem com a areia, preservando a integridade dos resultados. Antes do preenchimento, os silos completos (com areia e tecidos) foram pesados para o controle das perdas (ANEXO 1).

3.3 Material vegetal e preparo das amostras

O pasto de *Megathyrsus maximus* cv. Massai foi proveniente de uma área pertencente a Unidade de Aulas Práticas e Pesquisa (UAPP) do setor de Forragicultura do IFPI Campus Cocal, em Cocal - PI, no período de fevereiro de 2025. A área é composta

por sistema silvipastoril com cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) e área de pastagem estabelecida com gramínea *Megathyrsus maximus* cv. Massai. Dispõe de sistema de irrigação do tipo aspersão fixa. A área possui 1.600m² sendo subdividida em oito piquetes com área média de 200m² cada. A parte aérea da moringa foi coletada na Unidade Didática Campo Agrostológico do mesmo campus. O material utilizado correspondeu a folhas, pecíolos e ramos finos e verdes, descartando-se caules mais lignificados, visando garantir maior valor nutricional e melhor fermentabilidade. Os materiais vegetais colhidos foram triturados em uma ensiladeira com motor de 2 cv, em partículas de 2 a 3 cm (ANEXO 2). Em seguida, foram homogeneizados conforme as proporções de cada tratamento, ensilados manualmente e compactados com um soquete de madeira. Após o enchimento, os silos foram vedados com fita adesiva para assegurar o ambiente anaeróbico necessário à fermentação.

3.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos (0%, 10%, 20%, 30% e 40%) de inclusão da parte aérea da moringa e quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais.

3.5 Abertura dos silos e coleta de amostras

Após 40 dias de fermentação, os silos foram abertos e pesados novamente para a quantificação das perdas por gases, por meio da equação:

$$PG = [(Psf - Psa) / (MFf \times MSf)] \times 100,$$

PG: Perda por gases (%);

Psf: Peso do silo no fechamento;

Psa: Peso do silo na abertura;

MFf: Massa de forragem no fechamento;

MSf: Matéria seca da forragem ensilada.

A temperatura interna foi aferida com termômetro digital (ANEXO 3). Para garantir a homogeneidade das amostras, foram descartadas as extremidades da silagem, sendo coletado apenas o terço médio, conforme metodologia descrita por Evangelista et al. (2005).

3.6 Determinações laboratoriais

As perdas por efluentes foram determinadas com a nova pesagem dos silos após a retirada do conteúdo, utilizando a equação:

$$PE = [(Pca - Pce) / MVfe] \times 100,$$

Em que PE representa a perda por efluentes (%), Pca é o peso do conjunto (silo + areia + tecidos) na abertura, Pce é o peso do conjunto vazio e MVfe é a massa de forragem ensilada. A determinação do pH da silagem foi realizada após a coleta de aproximadamente 500 g de material, o qual passou por extração do suco utilizando uma prensa. O valor do pH foi mensurado com auxílio de um pHmetro de bancada (ANEXO 4).

A matéria seca ao ar (ASA) foi determinada por meio da secagem de amostras de 100 g em estufa de ventilação forçada a 65 °C, por 72 horas (ANEXO 5). Após esse período, as amostras foram pesadas e o valor da ASA foi calculado com base na fórmula:

$$\%ASA = \{[(Pas + Mar) - Mar] / Pau\} \times 100,$$

Em que: Pas corresponde ao peso da amostra seca, Mar ao peso da marmita e Pau ao peso da amostra úmida.

Em seguida, o material seco ao ar foi utilizado para determinação da matéria seca em estufa (ASE), com 3 g de amostra colocadas em cadinhos e levadas à estufa a 105 °C por 16 horas. Após o resfriamento em dessecador por 30 minutos, as amostras foram pesadas e o valor de ASE foi calculado pela fórmula:

$$\%ASE = \{[(Pcd + As) - Pcd] / Pa\} \times 100,$$

Em que Pcd representa o peso do cadinho, As o peso da amostra seca e Pa o peso da amostra.

A matéria seca final (MS) foi obtida com base no cálculo:

$$\%MS = (ASA \times ASE) / 100.$$

A determinação da matéria orgânica (MO) e da matéria mineral (MM) foi realizada por meio da incineração das amostras secas em forno mufla a 600 °C por 4 horas. Após o resfriamento em dessecador por 30 minutos, foram pesadas as cinzas remanescentes e aplicadas as seguintes fórmulas:

$$\%MM = [(Ppm - Pcd) / Pa] \times 100$$

$$\%MO = 100 - \%MM$$

Em que Ppm refere-se ao peso pós-mufla (ANEXO 6).

3.7 Análise estatística

Todos os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa Statistical Analysis System – SAS, versão 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferenças estatísticas para os parâmetros fermentativos da silagem ($P < 0,05$) exceto para a perda por efluentes ($P > 0,05$) conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Características fermentativas da silagem de capim Massai com inclusão de parte aérea de moringa (*Moringa oleifera*)

Parâmetros	Níveis de adição da parte aérea da moringa						
	0%	10%	20%	30%	40%	Média	Cv(%)
Ph	5,74 ^a	5,61 ^a	5,50 ^a	4,62 ^b	4,46 ^b	5,19	5,09
Temperatura	28,78 ^a	26,65 ^b	26,70 ^b	26,58 ^b	26,30 ^b	27,02	2,09
Perda de gases g/kg de MS	0,037 ^a	0,032 ^a	0,030 ^a	0,003 ^b	0,006 ^b	0,022	72,05
Perda de efluentes (ton/MV)	0,90 ^a	1,01 ^a	1,86 ^a	3,04 ^a	5,60 ^a	2,43	69,70

Letras minúsculas diferentes na linha indicam diferença estatística pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Fonte: Autor (2025).

O pH da silagem decresceu conforme houve a inclusão da moringa no processo de ensilagem. A inclusão de 30 e 40% de moringa indicou menores teores de pH na massa ensilada em relação aos níveis 0%, 10% e 20% de inclusão. Os resultados indicam que a inclusão da moringa na silagem de capim Massai influenciou positivamente o processo fermentativo, conforme evidenciado pela redução progressiva dos valores de pH à medida que se aumentaram os níveis de inclusão da parte aérea da Moringa oleifera. O pH ideal para uma boa conservação da silagem está abaixo de 4,2. Nesse sentido, valores de pH na faixa de 4,2 e 5,0 indicam um processo fermentativo aceitável (McDonald et al., 1991). No presente estudo, observou-se que, a partir de 30% de inclusão, os valores de pH se aproximam do ideal, indicando uma fermentação mais eficiente.

Houve diferenças para a temperatura da silagem ($P < 0,05$). Os maiores valores para a temperatura da silagem ocorreram sem a inclusão da parte aérea da moringa. A temperatura interna das silagens permaneceu dentro dos limites esperados para uma fermentação adequada (25 a 30 °C), não havendo aquecimento excessivo que indicasse atividade microbiana indesejada (Bernardes et al., 2007). Esse fator é importante para manter a estabilidade aeróbia da silagem durante o período de estocagem.

As perdas por gases foram significativamente reduzidas com o aumento da inclusão da moringa ($P < 0,05$) chegando ao mínimo de 0,003 e 0,006 g/kg de MS nos tratamentos com 30% e 40% de inclusão da moringa. Isso pode ser atribuído à maior

capacidade tamponante da moringa e ao aumento na taxa de fermentação láctica, que reduz a produção de CO₂ e outros gases (Azevedo et al., 2020; Wang et al., 2019).

Não houve diferenças estatísticas para a perda de efluentes ($P>0,05$), todavia, evidenciou-se aumento da produção de efluentes com os maiores níveis de inclusão, atingindo o pico de 5,60 ton/MV no tratamento com 40%. Essa elevação pode estar associada ao teor de umidade da moringa, que contribui para maior exsudação. Perdas elevadas por efluentes representam desperdício de nutrientes solúveis e podem afetar o valor nutricional da silagem (Rodrigues, 2020).

A introdução da moringa na composição da silagem tem sido estudada como uma alternativa promissora por suas propriedades nutricionais e funcionais. Os dados obtidos nesta pesquisa permitiram observar o comportamento da silagem em função dos diferentes tratamentos, possibilitando avaliar a viabilidade da inclusão da moringa como aditivo natural no processo de ensilagem (Medeiros et al., 2015; Abdoun et al., 2023).

Houve diferenças estatísticas para as características bromatológicas da silagem ($P<0,05$) exceto para o teor de matéria seca da silagem ($P>0,05$) conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Características bromatológicas da silagem de capim Massai com inclusão de parte aérea de moringa (*Moringa oleifera*).

Parâmetros	Níveis de adição da parte aérea da moringa						
	0%	10%	20%	30%	40	Média	Cv(%)
Taxa de recuperação MS	29,66 ^{ab}	28,39 ^b	29,20 ^{ab}	30,78 ^a	30,14 ^{ab}	29,63	3,06
Matéria Seca	21,82 ^a	22,07	21,61	21,98	21,45	21,79	1,23
Cinzas	7,53 ^b	8,10 ^{ab}	8,30 ^{ab}	7,74 ^b	8,60 ^a	8,05	5,32
Matéria Orgânica (MO)	92,44 ^a	91,90 ^{ab}	91,70 ^{ab}	92,30 ^{ab}	91,40 ^b	91,95	0,47

Letras minúsculas diferentes na linha indicam diferença estatística pelo teste de Tukey ($P<0,05$).

Fonte: Autor (2025).

A análise bromatológica das silagens revelou teores de matéria seca (MS) relativamente estáveis entre os tratamentos, com média de 21,79%. De acordo com Van Soest (1994) teores de MS entre 25% e 35% são recomendados para boa compactação e fermentação. Embora os valores obtidos estejam ligeiramente abaixo do ideal, não comprometeram os resultados fermentativos, especialmente nos níveis de inclusão mais elevados. A matéria mineral apresentou aumento proporcional à adição de moringa, variando de 7,53% a 8,60%. Isso se deve à riqueza mineral da *Moringa oleifera*, que é conhecida por seu alto conteúdo de cálcio, potássio e ferro (Sembiring, 2023). Em contrapartida, a matéria orgânica (MO) diminuiu levemente,

como reflexo do aumento na fração mineral.

A taxa de recuperação da matéria seca também apresentou leve variação, com destaque para o tratamento de 30% de inclusão, que atingiu 30,78%, indicando melhor conservação da fração seca durante o processo fermentativo. Isso sugere que a inclusão da moringa até esse nível pode favorecer não apenas a fermentação, mas também a preservação dos nutrientes da silagem.

5 CONCLUSÃO

A inclusão da parte aérea da *Moringa oleifera* melhora os parâmetros fermentativos da silagem de capim Massai. O pH e perdas por gases indicam uma fermentação eficiente, especialmente nos tratamentos com maiores níveis de inclusão. A taxa de recuperação de MS foi mais elevada no nível de 30% de inclusão, indicando melhor conservação dos nutrientes neste tratamento.

REFERÊNCIAS

- ABDOUN, K. A.; ALHIDARY, I. A.; AL-MAJED, A. M.; AL-BAADANI, S. A.; ALYEMENI, A. H. Effects of *Moringa oleifera* supplementation on rumen fermentation and animal performance: a review. *Animals*, v. 13, n. 2, p. 325–334, 2023.
- AMARAL, R. C.; SANTOS, M. C.; DANIEL, J. L. P.; SÁ NETO, A.; BISPO, W. V.; LIMA, J. R.; NUSSIO, L. G. Características fermentativas de silagens tropicais com aditivos naturais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 49, p. e20200112, 2020.
- AZEVEDO, R. A.; ARAÚJO, L. L.; DUARTE, E. R.; GERASEEV, L. C.; SALES, E. C. J.; GARCIA, A. S. Inclusão de *Moringa oleifera* na silagem de capim-elefante: aspectos fermentativos e valor nutricional. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 55, p. 1–9, 2020.
- BERNARDES, T. F.; REIS, R. A.; MOREIRA, A. L.; SIQUEIRA, G. R.; ROTH, M. T. P. Fermentative and microbiological characteristics of maize silage inoculated with lactic acid bacteria. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, n. 1, p. 83–91, 2007.
- CARVALHO, L. P.; MOREIRA, G. R.; SILVA, F. F.; PIRES, A. J. V.; ROCHA, J. B.; SILVA, R. R. Potencial nutritivo da moringa na alimentação de ruminantes. *Ciência Animal Brasileira*, v. 23, p. e72339, 2022.
- COELHO, L. M.; OLIVEIRA, E. R.; LOPES, F. B.; GOMES, F. J.; SOUZA, S. A. Efeitos antioxidantes da moringa e implicações na conservação de silagens. *Journal of Animal Feed Science*, v. 31, p. 95–104, 2022.
- COHEN, J. F. W.; SMITH, L.; BLOOMFIELD, L. S. P.; GARRETT, R. D.; MEIERS, K. S. Sustainability of food production systems: integrating biodiversity and nutrition. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, v. 1, p. 1–10, 2017.
- EVANGELISTA, A. R.; LOPES, J.; ROCHA, G. P. Coleta de amostras de silagens: práticas e recomendações. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2005. (Circular Técnica, 39).
- FREITAS, A. W. P.; ROCHA, F. C.; ZERVOUDAKIS, J. T.; CABRAL, L. S.; BARBOSA, R. G. P. Avaliação da qualidade de silagens em silos experimentais de PVC. *Revista Verde*, v. 11, n. 3, p. 48–54, 2016.
- GAMA, M. A.; SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; MOREIRA, R. V.; SEGADILHA, U. U.; SILVA, S. P. Avaliação nutricional do capim Massai em diferentes idades de rebrota. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, v. 4, n. 1, p. 34–41, 2014.
- JAYANEGARA, A.; RIDLA, M.; NAHARROWI, N.; LACSOMBOON, A. Potential use of *Moringa oleifera* in ruminant feeding: a review. *Tropical Animal Health and Production*, v. 51, p. 1237–1246, 2019.
- MCDONALD, P.; EDWARDS, R. A.; GREENHALGH, J. F. D. *Animal nutrition*. 5. ed. London: Longman Scientific & Technical, 1991.
- MEDEIROS, G. R.; GUIM, A.; FERREIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; VERAS, A. S. C.; SIQUEIRA, M. C. B. Qualidade da silagem de capim-elefante com aditivos naturais. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 16, n. 2, p. 342–353, 2015.
- RAMÍREZ, J. L.; RUÍZ, A.; VALDIVIA, V.; GONZÁLEZ, J. Nutritional value of *Moringa*

oleifera leaves for ruminant feeding. *Livestock Research for Rural Development*, v. 33, n. 5, 2021.

RODRIGUES, A. B. Perdas de nutrientes na ensilagem de forragens tropicais. 2020. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2020.

SILVA, M. R.; JOBIM, C. C.; POPI, N. M.; OSMARI, M. P.; SANTOS, G. T. Qualidade da silagem de capim-elefante com diferentes aditivos naturais. *Revista Ciência Agronômica*, v. 47, n. 1, p. 162–169, 2016.

SOUZA, W. A.; LOPES, J. F.; CARVALHO, F. F. R.; ALMEIDA, M. J.; PINTO, M. S. Produção de silagem como alternativa alimentar para o semiárido brasileiro. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 15, n. 3, p. 520–528, 2021.

WANG, Y.; DOUGLAS, L. S.; PINTO, J. M. S.; MCREYNOLDS, K. Role of tannins in modulating ruminal fermentation and protein metabolism. *Animals*, v. 9, n. 10, p. 1–17, 2019.

ANEXOS:

ANEXO 1 - Preenchimento do silo com materiais para absorção de efluentes.



A - Secagem da areia para coleta de efluentes; B - retirada de materiais indesejados na areia; C - Minissilos com areia e tela de proteção

Fonte: Autor (2026).

ANEXO 2 - Coleta da forragem, trituração e preparação dos tratamentos.



A - Coleta do capim Massai; B - trituração da forragem; C - forragem triturada.

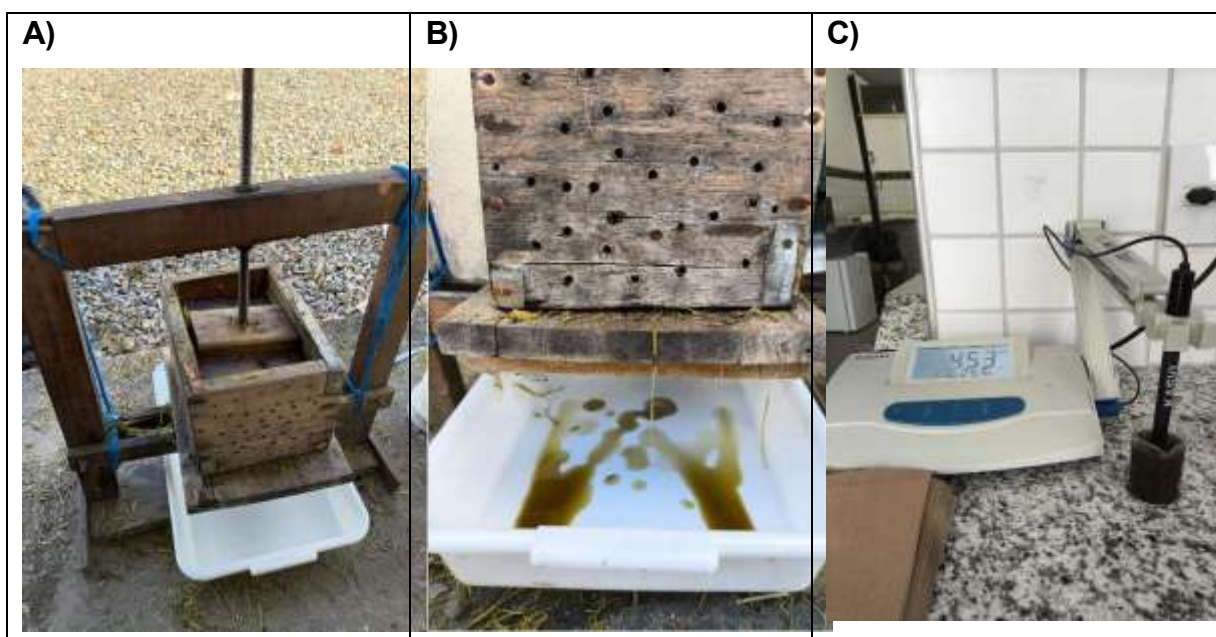
Fonte: Autor (2025).

ANEXO 3 - Verificação da temperatura interna da silagem.



Fonte: Autor (2025).

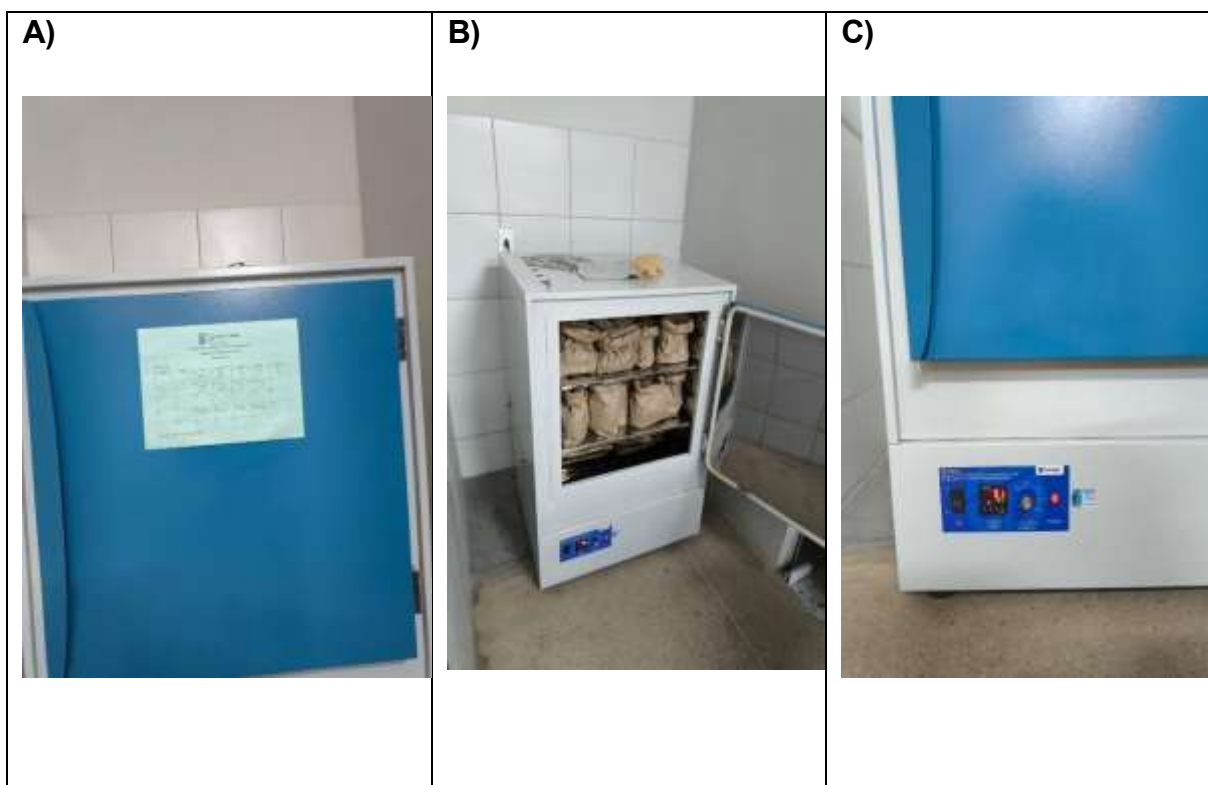
ANEXO 4 - Retirada do suco da silagem e análise do pH.



A - Prensa manual para obtenção do suco da silagem; B - suco extraído da silagem; C - Mensuração do PH no phmetro de bancada.

Fonte: Autor (2025).

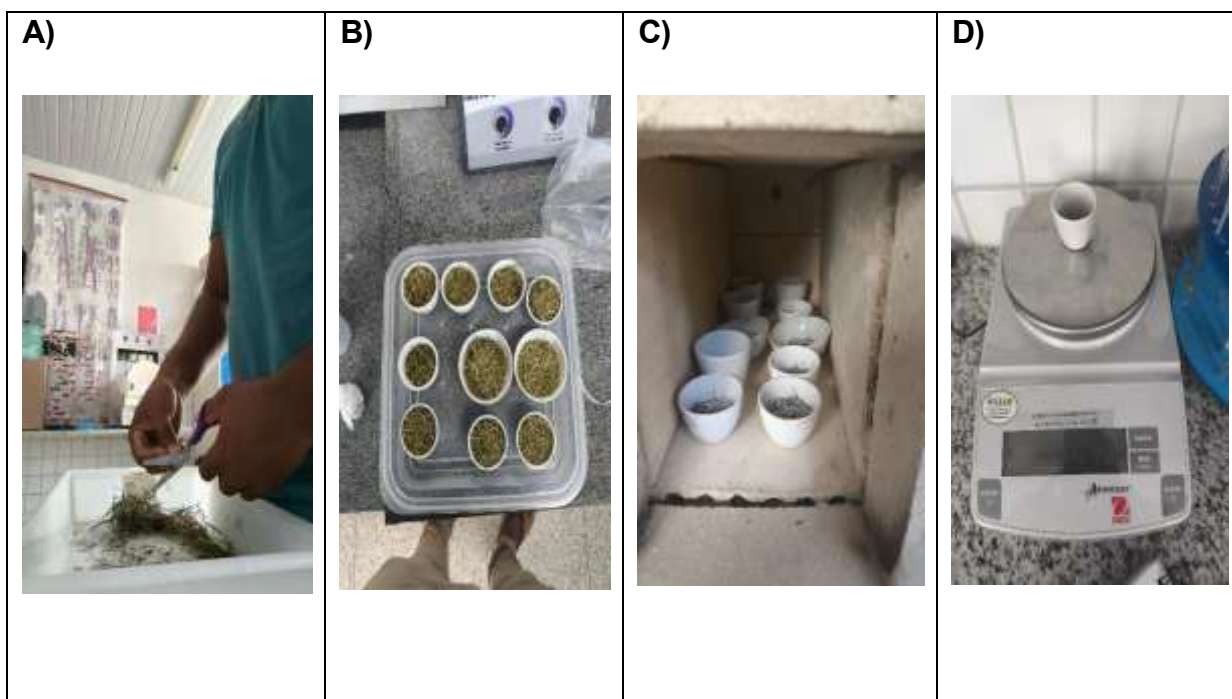
ANEXO 5 - Pré-secagem das silagens a 65° por 72 horas.



A – Estufa; B - sacos com silagem para matéria pré-seca; C - estufa fechada a 65° por 72 horas.

Fonte: Autor (2026).

ANEXO 6 - Incineração das amostras para mensuração de cinzas.



A - Matéria seca; B - matéria seca nos cadinhos; C - cadinhos no mufla após 4 horas em 600° C; D - Pesagem das cinzas.

Fonte: Autor (2026).