



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA**

BRENDA SILVA DE LIMA

PERFIL FERMENTATIVO DA SILAGEM DE PORNUNÇA (*Manihot* spp.)

**AREIA
2025**

BRENDA SILVA DE LIMA

PERFIL FERMENTATIVO DA SILAGEM DE PORNUNÇA (*Manihot* spp.)

Trabalho de Conclusão de Curso em Zootecnia pela Universidade Federal da Paraíba, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Lindomárcia Leonardo da Costa

Coorientador: Prof. Dr. Edson Mauro Santos

**AREIA
2025**

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

L732p Lima, Brenda Silva de.

Perfil Fermentativo da Silagem de Pornunça (Manihot spp.) / Brenda Silva de Lima. - Areia:UFPB/CCA, 2025.
25 f. : il.

Orientação: Maria Lindomárcia Leonardo da Costa.

Coorientação: Edson Mauro Santos.

TCC (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Zootecnia. 2. Estabilidade aeróbia. 3. Fermentação anaeróbia. 4. Forragem conservada. I. Costa, Maria Lindomárcia Leonardo da. II. Santos, Edson Mauro. III. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 636(02)

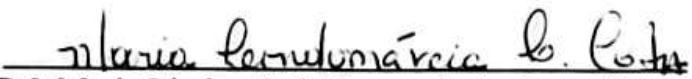
BRENDA SILVA DE LIMA

PERFIL FERMENTATIVO DA SILAGEM DE PORRUNÇA (*Manihot* spp.)

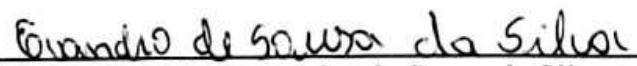
Trabalho de Conclusão de Curso em Zootecnia pela Universidade Federal da Paraíba, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Aprovado em: 13/10/2025.

Banca Examinadora


Prof.^ª Dr.^ª Maria Lindomárcia Leonardo da Costa (Orientadora)
Universidade Federal da Paraíba – UFPB


Prof. Dr. Juliana Silva de Oliveira
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)


Msc. Evandro de Sousa da Silva
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ouvir minhas preces e conceder força e discernimento para seguir o meu caminho.

Aos meus pais, Alvaro e Claudia, que sempre incentivaram meus estudos e me deram conforto nos dias difíceis.

Aos professores do CCA/UFPB, que contribuíram para a minha formação, em especial à professora Lindomárcia, que abriu as portas dos Setores de Equideocultura e Cunicultura e me deu a oportunidade de adquirir experiências.

Aos meus amigos que fiz ao longo da graduação, Aléff, Marquinhos, Edna, Jade e Ana, com os quais pude contar nos momentos difíceis.

Aos professores Edson Mauro e Juliana Oliveira, que prontamente autorizaram a realização das análises desta pesquisa no Laboratório de Forragicultura e aceitaram compor este trabalho.

Aos integrantes do Grupo de Estudos em Forragicultura (GEF), pelo apoio em todas as etapas das análises laboratoriais.

À Evandro Sousa, que Deus colocou em meu caminho e tornou este trabalho possível.

Ao Sr. Mário, Sr. Zomi e Sr. Roberto, que tornaram a rotina cansativa dos setores mais leve.

À Floquinho, Eva, Manuella, Monsenhor e Nicole, que foram um afago no meu coração.

“Quando for a hora certa, EU, o Senhor farei acontecer. Portanto, tire a ansiedade do seu coração.”

Isaías 60:22

RESUMO

No contexto do Semiárido Nordeste, a conservação de forragens foi destacada como estratégia para garantir oferta regular de alimento e a pornunça se destacou como alternativa forrageira promissora. Objetivou-se com este estudo avaliar a dinâmica do perfil fermentativo da silagem de pornunça em função do tempo de fermentação e verificar seus efeitos sobre a estabilidade aeróbia. Amostras de dois lotes (150 e 60 dias) foram coletadas de silos tipo saco laminado com capacidade para 40kg; a cultura havia sido conduzida com adubação de cama de frango, espaçamento 1,2 x 0,5m, colheita aos 120cm de trituração a 2cm. No laboratório, as amostras foram trituradas para análises de matéria seca e proteína bruta, preparou-se extrato aquoso a partir de 25 g de amostra fresca de silagem, adicionadas a 225 mL de solução salina para mensurar pH, quantificou-se populações microbianas (bactérias ácido-láticas, leveduras e fungos filamentosos), e conduziu-se ensaio de estabilidade aeróbia por 96 horas e 25°C com registro contínuo de temperatura. Empregou-se delineamento inteiramente casualizado com dois tratamentos (SIL1= 150 dias e SIL2=60 dias) e cinco repetições, procedeu-se à comparação de médias pelo teste F (5%). Observou-se que o tempo de fermentação influenciou significativamente ($P<0,05$) a composição e o perfil fermentativo: a silagem com 150 dias apresentou maior teor de matéria seca (306,4g/kg) em relação a silagem com 60 dias de fermentação (221,8g/kg), enquanto a proteína bruta foi superior aos 60 dias do que a de 150 dias, apresentando valores, respectivamente, de 129,3g/kg e 59,0g/kg; obteve-se o pH da silagem de 150 dias dentro da faixa desejável com médias de 3,82, enquanto a silagem de 60 dias ficou abaixo dessa faixa, apresentando valores de 3,47; a maior estabilidade aeróbia foi obtida pela silagem com 150 dias de fermentação, totalizando 32,49h, enquanto a silagem com menor tempo foi de apenas 14,23h. As contagens microbianas não diferiram estatisticamente ($P>0,05$), com valores médios de 6,3; 0,66 e 3,72, respectivamente, na silagem com 150 dias de fermentação (SIL1) e 6,81; 1,98 e 5,87 na silagem com 60 dias de fermentação (SIL2). Por apresentar um conjunto de indicadores de qualidade, como o pH dentro da faixa recomendada, maior estabilidade aeróbia e contagens numéricas reduzidas de mofo e leveduras, destaca-se que a silagem com maior tempo de fermentação (SIL1) é a opção mais adequada para a utilização na alimentação animal. Conclui-se que o tempo de fermentação de 150 dias proporciona melhor valor nutritivo e estabilidade aeróbia do que 60 dias de fermentação da silagem de pornunça.

Palavras-Chave: estabilidade aeróbia; fermentação anaeróbia; forragem conservada.

ABSTRACT

In the Northeastern Semiarid region, forage conservation has been highlighted as a strategy to ensure a regular food supply, and pornunça (stem-fed silage) has emerged as a promising forage alternative. This study aimed to evaluate the dynamics of the fermentation profile of pornunça silage as a function of fermentation time and to determine its effects on aerobic stability. Samples from two batches (150 and 60 days) were collected from 40 kg laminated bag silos. The crop was grown with poultry manure fertilizer, spacing 1.2 x 0.5 m, and harvested at 120 cm with a 2 cm shredding process. In the laboratory, the samples were ground for dry matter and crude protein analysis. An aqueous extract was prepared from 25 g of fresh silage sample and added to 225 mL of saline solution to measure pH. Microbial populations (lactic acid bacteria, yeasts, and filamentous fungi) were quantified, and an aerobic stability test was conducted for 96 hours at 25°C with continuous temperature recording. A completely randomized design with two treatments (SIL1 = 150 days and SIL2 = 60 days) and five replicates was used. Means were compared using the F test (5%). It was observed that the fermentation time significantly influenced ($P < 0.05$) the composition and fermentation profile: the silage with 150 days had a higher dry matter content (306.4g/kg) in relation to the silage with 60 days of fermentation (221.8g/kg), while the crude protein was higher at 60 days than at 150 days, presenting values, respectively, of 129.3g/kg and 59.0g/kg; the pH of the 150-day silage was obtained within the desirable range with averages of 3.82, while the 60-day silage was below this range, presenting values of 3.47; the greatest aerobic stability was obtained by the silage with 150 days of fermentation, totaling 32.49h, while the silage with the shortest time was only 14.23h. Microbial counts did not differ statistically ($P > 0.05$), with mean values of 6.3, 0.66, and 3.72, respectively, in silage with 150 days of fermentation (SIL1) and 6.81, 1.98, and 5.87 in silage with 60 days of fermentation (SIL2). Because it presents a set of quality indicators, such as pH within the recommended range, greater aerobic stability, and reduced numerical counts of mold and yeast, it is noteworthy that silage with longer fermentation time (SIL1) is the most suitable option for use in animal feed. It is concluded that the 150-day fermentation time provides better nutritional value and aerobic stability than 60 days of fermentation of pornunça silage.

Keyword: aerobic stability; anaerobic fermentation; preserved forage.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1	CARACTERIZAÇÃO DA PORNUNÇA	11
2.2	PERFIL FERMENTATIVO DAS SILAGENS	12
3	MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1	LOCAL E COLETA DAS AMOSTRAS	15
2.3	ANÁLISES LABORATORIAIS	16
2.3.1	Análise bromatológica	16
2.3.2	Perfil fermentativo	16
2.3.2.1	Preparo do extrato aquoso e pH	16
2.3.2.2	Populações microbianas	17
2.3.2.3	Ensaio de estabilidade aeróbia	17
2.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA	18
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
4	CONCLUSÃO	21
	REFERÊNCIAS	22

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a pecuária tem como principal suporte alimentar as pastagens, que se destacam por sua praticidade e baixo custo na nutrição animal (Freitas, 2025). No entanto, as extensas estiagens características do Semiárido Nordestino, resultantes da má distribuição das chuvas, acarretam drástica redução na disponibilidade e na qualidade nutritiva das forragens no período seco. Esse cenário representa o principal obstáculo para a pecuária regional, na qual a produção de forragens é de alto risco. Para superar os entraves da sazonalidade, o enfoque estratégico é a conservação do excedente de forragem produzido no período chuvoso para utilização no período seco do ano, assegurando a oferta regular de alimento ao longo do ano.

Consequentemente, é crucial a adoção de técnicas de conservação de forragem apropriadas e de espécies forrageiras resilientes, com elevado conteúdo proteico e digestibilidade (Tullo *et al.*, 2019). A fim de suprir eficientemente as exigências nutricionais dos animais durante a estiagem, ressaltam-se algumas espécies do gênero *Manihot*, como a Pornunça, a qual utiliza-se sua parte aérea para a produção de silagem (Ferreira, 2009). Assim, a adoção dessa forrageira, associada ao manejo correto de ensilagem, assegura a conservação eficiente e ajustada aos sistemas locais.

A obtenção de silagem de qualidade exige que a planta apresente características nutricionais favoráveis e que o processo de conservação seja conduzido de maneira adequada. A qualidade de volumosos conservados, como a silagem, depende não apenas das propriedades da forragem, mas também do manejo adotado durante a produção e conservação, os quais interagem diretamente com os fenômenos microbiológicos e bioquímicos envolvidos (Jobim *et al.*, 2007).

Apesar de seu potencial, a silagem de pornunça ainda necessita de investigações científicas que aprofundem a compreensão sobre os processos fermentativos ideais, a composição bromatológica da planta forrageira e os métodos de armazenamento mais eficientes.

Diante disso, o tempo de fermentação anaeróbia da silagem de pornunça é determinante para a sua qualidade fermentativa, garantindo alimento de qualidade por mais tempo no cocho.

Portanto, objetivou-se com essa pesquisa avaliar a dinâmica do perfil fermentativo da silagem de pornunça em função do tempo de fermentação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA PORNUNÇA

A pornunça é uma euforbiácea resultante do cruzamento natural entre a mandioca (*Manihot esculenta*) e a maniçoba (*Manihot glaziovii*), apresentando características morfológicas e fitotécnicas das duas espécies. Na nutrição animal, utiliza-se a sua parte aérea para o fornecimento in natura ou conservado, enquanto as raízes são mantidas para aporte hídrico da planta no período de escassez de chuvas (Voltolini *et al.* 2019; Melo *et al.* 2025).

Assim como outras espécies pertencentes ao gênero *Manihot*, a pornunça destaca-se como uma alternativa forrageira viável por apresentar elevada resistência à escassez hídrica, facilidade de cultivo em áreas áridas e semiáridas, expressivo potencial de produção de biomassa associado a um valor nutritivo considerável. Entretanto, a pornunça apresenta concentrações reduzidas de glicosídeos cianogênicos em comparação a outras espécies do gênero, além de alta capacidade de desenvolvimento em solos ácidos e pouco férteis, elevada capacidade de rebrota e ampla aceitação pelos animais (Araújo, 2025; Nunes *et al.* 2025). Segundo Silva (2016), ensaios conduzidos com folhas de *M. glaziovii* indicaram doses tóxicas de cianeto de hidrogênio de 5g/kg de peso vivo (PV) para bovinos e 6,7g/kg de PV para ovinos. No entanto, conforme Amorim (2020), a pornunça apresenta apenas 0,2077g/kg de MS, apresentando menor risco de intoxicação.

A composição química da pornunça apresenta variações entre diferentes trabalhos. De acordo com os resultados obtidos por Carvalho *et al.* (2017); Campos *et al.* (2017; 2019^a; 2019^b); Amorim *et al.* (2021); Silva *et al.* (2023) as médias de MS variam entre 227g/kg e 576g/kg, enquanto a PB varia de 145g/kg a 161g/kg de MS. Já para os CHOT, apresenta-se variações de 199g/kg a 734g/kg de MS.

Além disso, segundo Silva *et al.* (2009), por se tratar de uma espécie perene, a pornunça pode manter produção expressiva mesmo em solos não corrigidos, desde que manejada com cortes contínuos a partir do primeiro ano de plantio. Sua produtividade eleva-se à medida que o sistema radicular se fortalece, apresentando maior proporção de folhas a partir do segundo corte. Apesar de haver variações na fertilidade do solo, dimensionamento de plantio e altura de corte, a pornunça apresenta alta produtividade.

Ainda conforme Silva *et al.* (2009), sob espaçamento de 2m x 1m, corte anual e solo em adubação, registrou-se no primeiro ano rendimento médio de 3,5t ha⁻¹ de MV, aumentando para 7,21t ha⁻¹ no segundo ano. Já Vasconcelos *et al.* (2010), em espaçamento de 2m x 2m, a produção média de MV encontrada foi de 0,79t ha⁻¹ de MV em solo sem adubação e de 3,56t ha⁻¹ de MV com adubação com apenas um corte aos 50cm de altura da planta.

Contudo, os cultivares de pornunça apesar de baixo, ainda contém glicosídeos cianogênicos que são compostos potencialmente tóxicos. Os glicosídeos cianogênicos ao serem degradados por enzimas do animal liberam cianeto de hidrogênio que pode desencadear quadros de intoxicação aguda (Cressey *et al.*, 2019). Assim, ao utilizar a pornunça na alimentação animal é necessário cuidados no manejo alimentar e/ou utilizar formas de conservação que reduzam esses riscos (Araújo Júnior *et al.*, 2018; Mohidin *et al.*, 2023). Nesse sentido, a ensilagem é apontada como uma das estratégias mais eficientes para reduzir a toxicidade dessas plantas, uma vez que o processo fermentativo contribui para a degradação desses compostos e diminuição dos riscos de intoxicação (Khota *et al.*, 2023).

Os dados na literatura indicaram uma variabilidade significativa na composição bromatológica de silagens de pornunça, particularmente nos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e carboidratos totais (CHOT). Os valores de MS variaram de 230,1 g/kg (Belem *et al.*, 2018) a 678 g/kg de MS (Amorim *et al.*, 2021). A PB apresenta amplitude de 138g/kg (Amorim *et al.*, 2021) a 167g/kg de MS (Carvalho *et al.*, 2017). Enquanto isso, os CHOT oscilaram entre 654g/kg (Silva *et al.*, 2023) e 734g/kg de MS (Campos *et al.*, 2017; 2019a; 2019b). Tais variações podem ser atribuídas a diferenças em fatores agronômicos, como cultivar, estágio de maturação no corte e práticas de ensilagem, reforçando a necessidade de se padronizar tais condições para obter um produto mais homogêneo.

2.2 PERFIL FERMENTATIVO DAS SILAGENS

A fermentação é responsável por promover a acidificação, essencial para reduzir tanto a decomposição das plantas quanto a multiplicação de microrganismos indesejáveis, como fungos filamentosos e leveduras. Durante o processo de conservação de forragem, diferentes grupos bacterianos se desenvolvem

simultaneamente em ambiente anaeróbio, exercendo funções essenciais na condução e estabilidade da fermentação (Freitas, 2025).

Após o fechamento do silo, inicia-se a fase de fermentação ativa, caracterizada pelo desenvolvimento de bactérias ácido-láticas (BAL). Esses microrganismos são os principais agentes responsáveis pela redução do pH no meio anaeróbio, condição essencial para a conservação do material ensilado. Dessa forma, a eficiência do processo fermentativo está diretamente associada à rapidez do declínio do pH durante essa etapa. As BAL produzem diversos ácidos como subprodutos, sendo o ácido láctico o mais relevante, pois apresenta pKa de 3,86, conferindo-lhe elevada acidez e capacidade de reduzir rapidamente o pH da silagem, estabilizando-o entre 3,8 e 4,2. (Kung Jr *et al.*, 2018; Freitas, 2025).

Em acréscimo às concentrações de ácido láctico, os ácidos acético e propiônico também desempenham papel na diminuição do pH do material ensilado, sendo o ácido láctico o principal agente responsável, em virtude de sua maior produção durante a fermentação (Silva *et al.*, 2022). O ácido acético exerce papel relevante na estabilidade da silagem, uma vez que limita o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis, como espécies do gênero *Clostridium* e leveduras, atenuando, assim, a manifestação de fermentações secundárias que comprometem a qualidade do material conservado.

A produção desses ácidos promove a redução do pH para a faixa de 3,8 a 4,2, condição que favorece a estabilidade anaeróbia e assegura a conservação do material ensilado (Magalhães, 2014).

O pH constitui um dos parâmetros mais frequentemente utilizados para avaliar a qualidade fermentativa de silagens, uma vez que seus valores refletem diretamente a eficiência do processo de acidificação (Macêdo *et al.*, 2019). Conforme observado por Jobim *et al.* (2007), silagens com elevado teor de MS tendem a apresentar valores de pH superiores a 5,0. Por outro lado, em materiais com maior umidade, o pH tende a situar-se próximo a 4,0, condição que favorece o desenvolvimento de BAL, essenciais para a adequada conservação do material ensilado.

A intensificação da fermentação promove a utilização acentuada dos carboidratos presentes no material, resultando em sua rápida depleção (Sobral, 2022). Embora o aumento nos carboidratos solúveis favoreça a ação das bactérias lácticas, essenciais para o processo de conservação do volumoso, esse excedente de substratos também amplia as chances de bactérias indesejáveis como as do gênero

Clostridium e a colonização por leveduras. Esses microrganismos oportunistas podem não apenas reduzir o valor nutritivo do material armazenado, mas também induzir a formação de álcool por meio de fermentações secundárias (Ribeiro *et al.*, 2010; Machado *et al.*, 2012; Gusha *et al.*, 2013; Gusha *et al.*, 2015).

Quando o processo fermentativo ocorre em condições adequadas, a maior parte dos açúcares solúveis da forragem é transformada em ácido láctico. Em menor intensidade, podem ser formados outros ácidos orgânicos, como o acético, propiônico e butírico (Macedo *et al.*, 2017).

A deterioração da silagem geralmente tem início com a redução dos açúcares residuais, processo que favorece o aumento de nitrogênio amoniacal e dióxido de carbono, compostos cuja predominância compromete a estabilidade e a qualidade do material ensilado (Laurent *et al.*, 2025).

Um menor teor de nitrogênio amoniacal indica redução na degradação proteica ao longo da fermentação, evidenciando a eficiência das bactérias heteroláticas em limitar a ação de proteases indesejáveis e assegurando maior preservação da fração proteica durante a ensilagem (Freitas, 2025).

Membro do gênero *Manihot*, a pornunça compartilha com a mandioca a característica de acumular carboidratos solúveis em suas estruturas, particularmente nas folhas e colmos. Essa alta concentração de substratos fermentescíveis é um fator determinante para a obtenção de silagens bem processadas e de alta qualidade (Campos *et al.*, 2017).

De acordo com Campos *et al.* (2017), a silagem de pornunça apresentou 716g/kg MS de CHOT e 273g/kg MS de carboidratos não fibrosos. Esses valores indicaram que a espécie possui boa disponibilidade de substratos fermentescíveis, condição favorável para o processo de ensilagem e preservação da qualidade do material conservado.

Durante o processo de ensilagem e utilização da silagem, o ar pode infiltrar-se nas regiões periféricas do silo, favorecendo o crescimento de bactérias aeróbias e reduzindo a estabilidade aeróbica. A adoção de elevada densidade de compactação contribui para limitar a entrada de oxigênio na massa ensilada, o que melhora a estabilidade durante a fase de exposição ao ar (Liu *et al.*, 2024).

As perdas decorrentes da deterioração aeróbica da silagem representam um fator limitante e relevante para a sua operacionalização. Esse problema é intensificado em regiões tropicais, onde temperaturas elevadas favorecem a multiplicação de

leveduras deteriorantes e de bacilos, conferindo vantagem competitiva sobre as bactérias lácticas. O fenômeno da deterioração aeróbica da silagem está associado ao crescimento de microrganismos aeróbicos, especialmente fungos filamentosos e leveduras, que utilizam o ácido láctico como substrato em condições de exposição ao oxigênio. Esse processo acelera a degradação do material ensilado e reduz seu valor nutritivo. Nesse contexto, a determinação da estabilidade aeróbica das silagens torna-se um parâmetro essencial para as tomadas de decisão relacionadas ao processo de ensilagem (Addah, 2022).

A estabilidade aeróbica da silagem corresponde à resistência da massa ensilada à deterioração após a abertura do silo, sendo influenciada por fatores como temperatura, teor de CHOS, populações microbianas e pH. Para garantir uma fermentação adequada, o pH deve situar-se entre 3,8 e 4,2 em silagens convencionais, podendo variar de 3,7 a 4,5 em silagens com ingredientes não convencionais. Silagens de boa qualidade apresentam cerca de 80g/kg MS de PB, valores de NDT entre 55% e 64% e teores de nitrogênio amoniacal (N-NH_3) inferiores a 10% do nitrogênio total, o que indica preservação proteica e eficiência no processo fermentativo (Cappelle *et al.*, 2001; Pereira *et al.*, 2019; Brito *et al.*, 2020; Sá *et al.*, 2021; Jesus *et al.*, 2022).

Portanto, os estudos sobre o perfil fermentativo de silagens são essenciais para padronizar indicadores de qualidade da silagem de pornunça, reduzir perdas e viabilizar sua utilização segura e eficiente na alimentação animal.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL E COLETA DAS AMOSTRAS

As amostras foram coletadas de silos produzidos no Haras Nossa Senhora Aparecida, localizado no município de Gurinhém – PB (07°07'26" S; 35°25'26" O). A cultura da pornunça foi estabelecida em solo com adubação de cama de frango, adotando-se espaçamento de 1,2m x 0,5m. A colheita foi realizada aos 120cm de altura da planta e a trituração em Ensiladeira de duas linhas (modelo Premium Doblo, 2005), obtendo-se partículas de 2cm.

A amostragem foi realizada após a abertura dos silos do tipo saco laminado com capacidade para 40kg, coletando-se aproximadamente sete subamostras em

diferentes pontos do saco. A primeira camada foi descartada, a fim de evitar a utilização de material previamente exposto ao ar.

Os silos avaliados foram provenientes de duas datas de produção constituindo 150 dias (SIL1) e 60 dias (SIL2) de fermentação. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, sendo os tratamentos dois tempos de conservação: silagem com 150 dias (SIL1) e silagem com 60 dias (SIL2) de produção, com cinco repetições por tratamento.

3.2 ANÁLISES LABORATORIAIS

3.2.1 Análise bromatológica

As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Análises de Alimentos da Nutrição Animal (LAANA), localizado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB), onde foram realizadas as determinações de MS e PB. As amostras foram inicialmente pesadas e submetidas à pré-secagem em estufa de circulação forçada de ar, mantida a 55 °C por 72 horas. Em seguida, o material foi moído em moinho de facas (Wiley®, Arthur H. Thomas, PA, EUA) com peneira de 1 mm e armazenado em sacos devidamente identificados. Após esse preparo, realizaram-se a determinação da matéria seca a 105°C, e proteína bruta segundo AOAC (1990).

3.2.2 Perfil fermentativo

Após a coleta, parte do material foi conduzido ao Laboratório de Forragicultura da Universidade Federal da Paraíba, localizado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB); onde foram avaliadas populações microbianas (bactérias lácticas, mofos e leveduras) e estabilidade aeróbia.

3.2.2.1 Preparo do extrato aquoso e pH

Inicialmente, foi preparado um extrato aquoso a partir de 25 g de amostra fresca de silagem, adicionadas a 225 mL de solução salina. Em seguida, a mistura foi triturada em liquidificador industrial (LAR.2, METVISA®, Brusque-SC, Brasil) por um minuto e posteriormente filtrada com uso de gaze estéril. A primeira alíquota do extrato

aquoso obtido foi destinada às análises de pH e a segunda às populações microbianas. A determinação do pH foi realizada por meio de potenciômetro (K39-1420A, KASVI®, São José dos Pinhais-PR, Brasil), seguindo a metodologia descrita por Bolsen *et al.* (1992).

3.2.2.2 Populações microbianas

Foi realizado o cultivo de microrganismos com o objetivo de quantificar as populações de BAL, leveduras e fungos filamentosos. Para isso, efetuaram-se diluições seriadas de 10^2 a 10^6 , seguidas do plaqueamento em placas de Petri estéreis (90 × 15 mm, FirstLab®, São José dos Pinhais, Paraná, Brasil), empregando o método de pour plate em meio de cultura, conforme descrito por Kung Jr. *et al.* (2003). O meio Lactobacillus MRS Agar (AG-5031, HiMedia®) foi utilizado para o cultivo das BAL, incubadas a 37 °C por 48 horas. Já o meio Potato Dextrose Agar (k25-1022, Kasvi®) foi empregado para o cultivo de leveduras (25 °C por 72 horas) e fungos filamentosos (25 °C por 120 horas). A quantificação das unidades formadoras de colônias (UFC) foi realizada considerando-se as placas que apresentaram entre 30 e 300 colônias, de acordo com os critérios estabelecidos pela American Public Health Association (2015).

3.2.2.3 Ensaio de estabilidade aeróbia

As amostras foram alocadas em baldes de plásticos de 4,5 litros e mantidas em sala climatizada a 25 °C durante um período de exposição aeróbia de 96 horas. Um registrador de dados (AK285 New, AKSO®, São Leopoldo-RS, Brasil) foi posicionado no centro de cada balde para monitorar a temperatura a intervalos de 10 minutos, enquanto três registradores adicionais registraram simultaneamente a temperatura ambiente da sala. A estabilidade aeróbia foi definida como o tempo (h) necessário para que a temperatura interna da silagem se elevasse 2°C acima da temperatura ambiente após a abertura do silo.

3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para comparação das médias entre os tratamentos foi utilizado o teste F a 5% de probabilidade do erro. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software estatístico SISVAR® (Ferreira, 2009).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve maior teor de matéria seca ($P < 0,001$), pH ($P = 0,005$) e estabilidade aeróbia ($P < 0,001$) na silagem com 150 dias de fermentação (Tabela 1). Entretanto, a maior teor de proteína foi observada na silagem com 60 dias de fermentação (Tabela 1). Essa diferença pode estar relacionada ao teor de MS da planta no momento do corte, uma vez que, segundo Wróbel (2025), o avanço da idade da planta está associado à redução no teor de proteína bruta.

Valores semelhantes ao teor de PB da silagem mais nova (SIL2) foram encontrados por Macedo *et al.* (2017), Gomes (2021) e Gomes *et al.* (2023), que relataram, respectivamente, 161 g/kg, 119,8 g/kg e 119,8 g/kg de PB, associados a médias de 256,6 g/kg de MS, o que corrobora os resultados desta pesquisa. Além disso, conforme destacaram Melo *et al.* (2025), uma silagem de boa qualidade deve apresentar cerca de 80,0 g/kg de PB, não sendo desejáveis teores excessivamente elevados.

Tabela 1 — Efeitos do período de fermentação sobre a composição química e perfil fermentativo de silagens de Pornunça.

Variáveis	Período de fermentação (dias)		EPM ³	p-valor
	150	60		
Matéria seca (g/kg MN ¹)	306,4 a	221,8 b	0,09	<0,001
Proteína bruta (g/kg MS ²)	59,0 b	129,3 a	0,70	<0,001
pH	3,82 a	3,47 b	0,15	0,005
Bactérias ácido lácticas (log UFC/g base 10)	6,30	6,82	0,77	0,323
Mofo (log UFC/g base 10)	0,66	1,98	2,18	0,368
Leveduras (log UFC/g base 10)	3,72	5,86	1,77	0,093
Estabilidade (horas)	32,49 a	14,23 b	4,59	<0,001

Fonte: Elaboração própria, 2025.

Médias seguidas por letras distintas na linha diferem entre si pelo teste F ($P < 0,05$).

¹MN: Matéria natural; ²MS: Matéria seca; ³EPM: Erro padrão da média; UFC: Unidade formadora de colônia.

A silagem com maior tempo de fermentação apresentou valores próximos à faixa recomendada para uma boa silagem, que varia entre 300g/kg e 350g/kg de MS (McDonald *et al.*, 1991). No entanto, Dantas (2006) e Tolentino *et al.* (2016) destacaram que teores iguais ou superiores a 200g/kg de MS, associados a níveis adequados de CHOS, já são suficientes para garantir silagens de qualidade. Além disso, o valor nutritivo da silagem não depende exclusivamente do teor de MS, sendo também influenciado por outros fatores, como o pH.

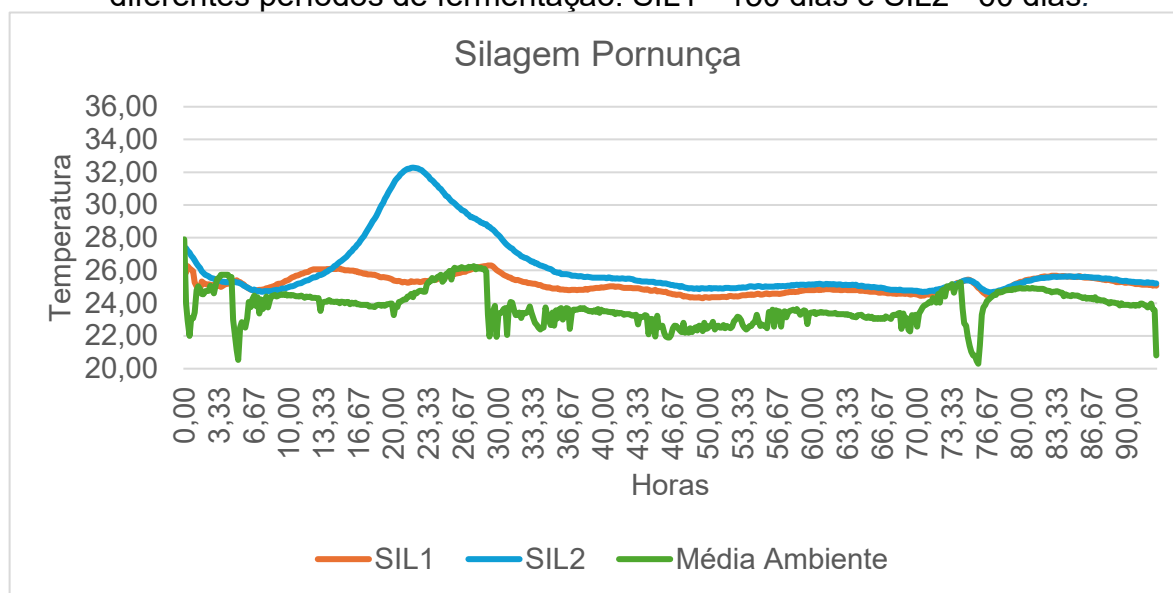
O pH também apresentou efeito significativo em relação ao tempo de fermentação. Resultados semelhantes foram relatados por Voltolini *et al.* (2019) e Carvalho (2015), que encontraram valores de 3,66 e 3,84, respectivamente, em silagens de pornunça. Isso se deve, provavelmente, pela maior quantidade de carboidratos fermentescíveis presentes na silagem de pornunça em comparação a silagens convencionais, assim como a um menor teor de MS ao corte da planta.

A fermentação da silagem de maior tempo de armazenamento (SIL1) manteve-se dentro da faixa considerada aceitável, enquanto a silagem mais nova (SIL2) apresentou valor ligeiramente abaixo desse limite (Tabela 1). De acordo com Woolford (1984), McDonald *et al.* (1991) e Guim *et al.* (2004), o pH ideal para silagens deve situar-se entre 3,8 e 4,2, intervalo que assegura adequada fermentação e redução da atividade de microrganismos responsáveis por fermentações secundárias. No entanto, em condições de maior acidez, com valores inferiores a 3,5, existe favorecimento do desenvolvimento de leveduras.

Essa diferença de pH conforme o tempo de armazenamento sugere que, no estágio inicial da fermentação (SIL2), ocorre maior produção de ácidos orgânicos, sobretudo ácido lático, proveniente da atividade de BAL. Esse processo promove redução do pH, o que é benéfico por inibir microrganismos deterioradores e favorecer a conservação da massa ensilada (Kung Jr. *et al.*, 2018). Esse aspecto pode ser corroborado pela maior contagem numérica de BAL registrada nessa silagem (Tabela 1).

Em relação à estabilidade aeróbia, a SIL1 manteve-se estável por mais tempo quando exposta ao oxigênio, evidenciando que o período de armazenagem da silagem apresenta relação diretamente proporcional com o tempo de estabilidade aeróbia (Tabela 1 e Figura 1).

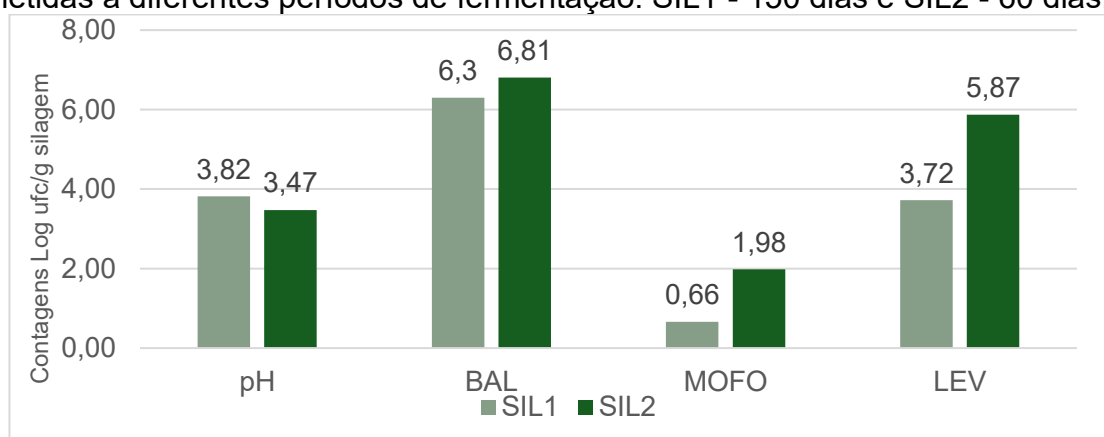
Figura 1 — Estabilidade aeróbia de silagens de Pornunça submetidas a diferentes períodos de fermentação. SIL1 - 150 dias e SIL2 - 60 dias.



Fonte: Elaboração própria, 2025.

As variáveis referentes às BAL ($P=0,323$), mofo ($P=0,368$) e leveduras ($P=0,093$) não apresentaram diferença estatística, com valores médios de 6,3; 0,66 e 3,72, respectivamente, na silagem com 150 dias de fermentação (SIL1) e 6,81; 1,98 e 5,87 na silagem com 60 dias de fermentação (SIL2) (Tabela 1 e Figura 2)).

Figura 2 — Contagem microbiana e valores de pH de silagens de Pornunça submetidas a diferentes períodos de fermentação. SIL1 - 150 dias e SIL2 - 60 dias.



Fonte: Elaboração própria, 2025.

Esses resultados indicaram que a silagem armazenada por mais tempo apresenta maior resistência à deterioração após a abertura, possivelmente em decorrência da menor disponibilidade de substratos para microrganismos aeróbios.

(Jobim *et al.*, 2007). Esse efeito é coerente com a dominância das BAL na silagem mais velha, que intensificam a produção de ácido láctico e, em menor proporção, de ácido acético. A acidificação induzida pelo ácido láctico mantém o pH baixo e inibe o crescimento de leveduras e fungos durante o armazenamento e na pós-abertura do silo, o ácido acético exerce efeito inibitório sobre esses grupos, prolongando o tempo de aquecimento da silagem (Muck *et al.*, 2010; Lima *et al.*, 2015; Santos *et al.*, 2020; Lima, 2025).

Uma possibilidade para que a abertura do silo em menor tempo de fermentação (SIL2) possa ser realizada de forma segura, é a utilização de inoculantes bacterianos no momento da ensilagem, visando complementar a microbiota natural e favorecer o processo fermentativo do material.

No mercado, há inoculantes homofermentativos, heterofermentativos e formulações associadas. As bactérias das espécies *Lactobacillus plantarum*, *Streptococcus faecium* e *Pediococcus acidilactici* são empregadas para intensificar a produção de ácido láctico e acelerar a queda do pH, favorecendo a estabilização inicial do material. Adicionalmente, as formulações heterofermentativas, contendo *Lactobacillus buchneri*, promovem a conversão parcial do ácido láctico em acético, ampliando a inibição de microrganismos deterioradores na fase aeróbia (Muck, 2010). Dessa forma, o uso combinado desses inoculantes na silagem de Pornunça pode equilibrar eficiência fermentativa e resistência à deterioração, resultando maior estabilidade aeróbia e permanência no cocho.

Esperava-se demonstrar a existência de um tempo adequado de fermentação capaz de garantir perfil fermentativo adequado à silagem de pornunça, atingindo maior estabilidade aeróbia. Portanto, por apresentar um conjunto de indicadores de qualidade, como o pH dentro da faixa recomendada, maior estabilidade aeróbia e contagens numéricas reduzidas de mofo e leveduras, destaca-se que a silagem com maior tempo de fermentação (SIL1) é a opção mais adequada para a utilização na alimentação animal.

5 CONCLUSÃO

O tempo de fermentação de 150 dias proporciona melhor valor nutritivo e estabilidade aeróbia do que 60 dias de fermentação da silagem de Pornunça.

REFERÊNCIAS

- ADDAH, W. **Microbial approach to improving aerobic stability of silage**. Nigerian Journal of Animal Science, v. 24, n. 2, p. 231-244, 2022.
- AMORIM, J. S. **Ovinos alimentados com silagem de pornunça em substituição ao feno de Tifton-85: consumo, digestibilidade e parâmetros hematológicos e bioquímicos**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias no Semiárido) — Universidade Federal do Vale do São Francisco, [S.I.], 2020.
- AMORIM, J. S.; GOIS, G. C.; SILVA, A. F. E.; SANTOS, M. A.; FIGUEIREDO, P. I.; MIRANDA, J. O.; RODRIGUES, R. T. S.; ARAÚJO, G. G. L.; VOLTOLINI, T. V. **Nutritional, physiological, hematological, and biochemical responses of lambs fed increasing levels of Pornunça silage**. Scientia Agricola, v. 80, e20210037, 2021.
- AOAC INTERNATIONAL. **Official Methods of Analysis**. v. 1. [S.I.]: AOAC International, 1990.
- ARAÚJO JÚNIOR, G. N.; SOUZA, M. de S.; SIMÕES, V. J. L. P.; GOMES, F. T.; JARDIM, A. M. R. F.; LEITE, M. L. de M. V.; TEIXEIRA, V. I.; SILVA, T. G. F. **Espécies da família Euphorbiaceae na alimentação animal**. Pubvet, v. 12, n. 8, p. 1–8, 2018.
- ARAÚJO, G. G. L.; CAMPOS, F. S.; SANTOS, E. M.; OLIVEIRA, J. S. Utilização estratégica de silagens como aporte hídrico para pecuária de terras secas. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2020. 16 p. Disponível em: alice.cnptia.embrapa.br. Acesso em: 1 out. 2025.
- BELÉM, K. V. J.; VOLTOLINI, T. V.; ARAÚJO, G. G. L.; MISTURA, C.; SOUZA, R. A.; PEREIRA, L. G. R. **Composição bromatológica de silagens de pornunça com diferentes níveis de erva-sal**. In: Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia, Anais [...]. Petrolina: UNIVASF, 2018.
- BOLSEN, K. K.; LIN, C.; BRENT, B. E.; FEYERHERM, A. M.; URBAN, J. E.; AIMUTIS, W. R. **Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages**. Journal of Dairy Science, v. 75, n. 11, p. 3066–3083, 1992.
- BORREANI, G.; TABACCO, E.; SCHMIDT, R. J.; HOLMES, B. J.; MUCK, R. E. **Silage review: factors affecting dry matter and quality losses in silages**. Journal of Dairy Science, v. 101, n. 5, p. 3952–3979, 2018.
- BRITO, G. S. M. S.; SANTOS, E. M.; ARAÚJO, G. G. L.; OLIVEIRA, J. S.; ZANINE, A. M.; PERAZZO, A. F.; CAMPOS, F. S.; LIMA, A. G. V. O.; CAVALCANTI, H. S. **Mixed silages of cactus pear and gliricidia: chemical composition, fermentation characteristics, microbial population and aerobic stability**. Scientific Reports, v. 10, 6834, 2020.

CAMPOS, F. S.; CARVALHO, G. G. P.; SANTOS, E. M.; ARAÚJO, G. G. L.; GOIS, G. C.; REBOUÇAS, R. A.; PERAZZO, A. F. **Characteristics of carcass and non-carcass components of lambs fed diets containing silages of forages adapted to the semi-arid environment.** South African Journal of Animal Science, v. 49, n. 1, p. 119–130, 2019.

CAMPOS, F. S.; CARVALHO, G. G. P.; SANTOS, E. M.; ARAÚJO, G. G. L.; GOIS, G. C.; REBOUÇAS, R. A.; LEÃO, A. G.; SANTOS, S. A.; OLIVEIRA, J. S.; LEITE, L. C.; ARAÚJO, M. L. G. M. L.; CIRNE, L. G. A.; SILVA, R. R.; CARVALHO, B. M. A. **Influence of diets with silage from forage plants adapted to the semi-arid conditions on lamb quality and sensory attributes.** Meat Science, v. 124, p. 61-68, 2017.

CAMPOS, F. S.; MAGALHÃES, A. L. R.; CARVALHO, G. G. P.; ARAÚJO, G. G. L.; SANTOS, E. M.; ESTRELA-LIMA, A.; ARAUJO, M. L. G. M. L.; REBOUÇAS, R. A. **Metabolic profile and histopathology of kidneys and liver of lambs fed silages of forages adapted to a semi-arid environment.** South African Journal of Animal Science, v. 49, n. 3, p. 555-563, 2019.

CAPPELLE, E. R.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C.; CECON, P. R. **Estimativas do valor energético de rações e de alimentos concentrados para bovinos.** Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 1837–1856, 2001.

CARVALHO, D. T. Q. **Características de silagens de pornunça adicionadas de níveis de tanino comercial e seu uso em dietas para cabras leiteiras.** 2015. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, 2015.

CARVALHO, G. G. P.; REBOUÇAS, R. A.; CAMPOS, F. S.; SANTOS, E. M.; ARAÚJO, G. G. L.; GOIS, G. C.; CIRNE, L. G. A. **Intake, digestibility, performance, and feeding behavior of lambs fed diets containing silages of different tropical forage species.** Animal Feed Science and Technology, v. 228, p. 140–148, 2017.

CRESSEY, P.; REEVE, J. **Metabolism of cyanogenic glycosides: A review.** Food and Chemical Toxicology, v. 125, p. 225-232, 2019.

DANTAS, F. R.; ARAÚJO, G. G. L.; SÁ, D. D. B.; MEDINA, F. T.; TOSTO, M. S. L.; MACHADO, E. C. O.; ALVES, M. J.; VASCONCELOS, M. A. X.; SÁ, M. R. A. **Qualidade das silagens de maniçoba e pornunça em diferentes épocas de abertura dos silos.** In: 43ª Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia, 2006.

FERREIRA, A. L.; SILVA, A. F.; PEREIRA, L. G. R.; BRAGA, L. G. T.; MORAES, S. A.; ARAÚJO, G. G. L. **Produção e valor nutritivo da parte aérea da mandioca, maniçoba e pornunça.** Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, Salvador, v. 10, n. 1, p. 983-990, 2009.

FERREIRA, M. A.; SILVA, R. R.; RAMOS, A. O.; VÉRAS, A. S. C.; MELO, A. A. S.; GUIMARÃES, A. V. **Síntese de proteína microbiana e concentrações de ureia em**

vacas alimentadas com dietas à base de palma forrageira e diferentes volumosos. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 38, n. 1, p. 159–165, 2009.

FREITAS, L. B. **Uso de inoculantes na preservação da silagem de trigo MGS3 Brilhante.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônoma) – Universidade Federal de São João del-Rei, Sete Lagoas, 2025.

GOMES, M. L. R. **Degradabilidade ruminal in situ de frações morfoagronômicas de plantas Manihot e dietas à base de palma forrageira em associação com a silagem de pornunça.** Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, 2021.

GOMES, M. L. R.; SILVA FILHO, J. R. V.; ALVES, F. C.; SILVA, M. N. P.; SOUZA, C. M.; SOUZA, L. C.; VOLTOLINI, T. V. **Degradabilidade ruminal in situ de dietas à base de palma forrageira associada à silagem de pornunça.** Semina: Ciências Agrárias, v. 44, n. 2, p. 549-566, 2023.

GUIM, A.; PIMENTA FILHO, E.C.; SOUSA, M.F.; SILVA, M.M.C. **Padrão de fermentação e composição químico-bromatológica de silagens de jitirana lisa (Ipomoea glabra Choisy) e jitirana peluda (Jacquemontia asarifolia L. B. Smith) frescas e emurchecidas.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.33 n.6 supl.3 Viçosa. 2004.

GUSHA, J.; HALIMANI, T. E.; NGONGONI, N. T.; NCUBE, S. **Effect of feeding cactus-legume silages on nitrogen retention, digestibility and microbial protein synthesis in goats.** Animal Feed Science and Technology, v. 206, p. 1-7, 2015.

GUSHA, J.; NGONGONI, N. T.; HALIMANI, T. E. **Nutritional composition and effective degradability of four forage trees grown for protein supplementation.** Online Journal of Animal Feed Research, v. 3, n. 4, p. 170-175, 2013.

JESUS, F. M.; TEIXEIRA, F. A.; JARDIM, R. R.; SANTOS, J. P.; SANTOS FILHO, J. R.; NASCIMENTO, A. A.; VIEIRA, T. M.; SILVA, H. S.; SILVA, S. N.; PORTO, E. M. V. **Forage palm silage in complete diet.** Research, Society and Development, v. 11, n. 9, 2022.

JOBIM, C. C.; NUSSIO, L. G.; REIS, R. A.; SCHMIDT, P. **Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 36, Suplemento Especial, p. 101–119, 2007.

KHOTA, W.; KAEWPILA, C.; SUWANNASING, R.; SRIKACHA, N.; MAENSATHIT, J.; AMAPORRN, K.; PATARAPREECHA, P.; THIP-UTEN, S.; SAWONGBUG, P.; SUPEBANG, S.; KHANBU, K.; CHERDTHONG, A. **Ensilagem de resíduos de cianeto e fermentação ruminal in vitro de silagem de raiz de mandioca tratada com bactérias que utilizam cianeto e celulase.** Fermentation, v. 9, n. 2, p. 151, 2023.

KUNG JR., L.; SHAVER, R. D.; GRANT, R. J.; SCHMIDT, R. J. **Silage review: interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages.** Journal of Dairy Science, v. 101, n. 5, p. 4020-4033, 2018.

KUNG JR., L.; STOKES, M.R.; LIN, C.J. **Silage additives**. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.) *Silage science and technology*. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, p.251-304, 2003.

LAURENT, L.; COSTA, A. M. V.; SILVA, S. F.; PESSOA, J. P. M.; LISBOA, S. B.; RODRIGUÊS, J. C. A.; PESSOA FILHO, F. N.; BIAGIOTTI, D.; EDVAN, R. L.; PERAZZO, A. F. **Silagem de milho realocada: efeitos de aditivos na qualidade da silagem**. In: AGROPECUÁRIA E MEIO AMBIENTE: UMA VISÃO INTEGRADA. v. 1. Piauí: Editora Científica, 2025. p. 280-292.

LIMA, E. M.; JAYME, D. G.; SILVA, F. C. O.; MICHEL, P. H. F.; CÔRTEZ, I. H. G.; ANJOS, G. V. S.; SILVA, N. T. A.; OTTONI, D. **Deterioração aeróbia de silagens**. Revista Eletrônica Nutritime, Viçosa, v. 12, n. 2, p. 3996-4003, 2015.

LIMA, J. M. N. **Estabilidade aeróbia e perdas fermentativas da silagem de milho em consórcio com cultivares de Brachiaria**. Macaíba: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, 2025. 28 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Agrônômica).

LIU, H.; LI, X.; YANG, F.; HU, J.; JIA, Y.; SHAO, T. **Effects of ensiling density on the fermentation profile and aerobic stability of wilted alfalfa silage**. Agronomy, v. 14, n. 6, 1143, 2024.

MACÊDO, A. J. S.; SANTOS, E. M. **Princípios básicos para produção de silagem**. Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR, Umuarama, v. 22, n. 4, p. 147-156, 2019.

MACEDO, A.; REBOUÇAS, R. A.; CAMPOS, F. S.; CARVALHO, G. G. P.; ARAÚJO, G. G. L.; SANTOS, E. M.; GOIS, G. C.; NUNES, T. C. M. D. **Consumo de água em ovinos alimentados com silagens de diferentes forrageiras do Semiárido**. In: 54ª Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia, 2017, Juiz De Fora. Anais... Juiz De Fora: SbZ, 2017. P. 464-466.

MACHADO, D. F. M.; PARZIANELLO, F. R.; SILVA, A. C. F.; ANTONIOLLI, Z. I. **Trichoderma no Brasil: o fungo e o bioagente**. Revista de Ciências Agrárias, v. 35, n. 1, p. 274-288, 2012.

MAGALHÃES, A. M. **Composição bromatológica da silagem de sorgo aditivada com a parte aérea do feijão catador (Vigna unguiculata (L.) Walp.)**. Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2014.

McDONALD, P.; HENDERSON, N.; HERON, S. **The biochemistry of silage**. Manchester: John Wiley & Sons, p.81-151, 1991.

MELO, Y. A. P.; PESSOA, J. P. M.; SOUZA, B. B.; LAURENT, L.; SILVA, J. F. L.; SANTOS, M. L. R.; ARAÚJO, W. A.; MONTEIRO, B. L. V.; PERAZZO, A. F.; EDVAN, R. L. **Espécies forrageiras para produção de silagens mistas em sistemas integrados**. In: Agropecuária e Meio Ambiente: Uma Visão Integrada. Teresina: Editora Científica, 2025. v. 1, p. 102-115.

MOHIDIN, S. R. N. S. P.; MOSHAWIH, S.; HERMANSYAH, A.; ASMUNI, M. I.; SHAFQAT, N.; MING, L. C. **Cassava (*Manihot esculenta* Crantz): a systematic review for the pharmacological activities, traditional uses, nutritional values, and phytochemistry.** Journal of Evidence-Based Integrative Medicine, v. 28, p. 1-26, 2023.

MUCK, R. E. **Silage microbiology and its control through additives.** Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 39, p. 183-191, 2010.

NUNES, L. A. A.; QUEIROZ, M. A. Á.; MENEZES, D. R.; SANT'ANA, A. S.; SILVA, A. P. R.; ARAÚJO, E. J. B.; LIMA, A. G. V. O.; CRUZ, C. H.; SILVA, C. S.; NUNES, T. S. S.; MELO, S. A. F.; BARBOSA, S. N.; NASCIMENTO, T. V. C. **Yield and composition of milk in goats fed Pornunça hay and cactus pear.** Observatório De La Economía Latinoamericana, [S. l.], v. 23, n. 4, p. e9502, 2025.

PEREIRA, G. A.; SANTOS, E. M.; ARAÚJO, G. G. L.; OLIVEIRA, J. S.; PINHO, R. M. A.; ZANINE, A. M.; SOUZA, A. F. N.; MACEDO, A. J. S.; NETO, J. M. C.; NASCIMENTO, T. V. C. **Isolation and identification of lactic acid bacteria in fresh plants and in silage from Opuntia and their effects on the fermentation and aerobic stability of silage.** Journal of Agricultural Science, v. 157, n. 9, p. 684–692, 2019.

RIBEIRO, E. M. O.; SILVA, N. H.; LIMA FILHO, J. L.; BRITO, J. Z.; SILVA, C. M. P. Study of carbohydrates present in the cladodes of Opuntia ficus-indica (fodder palm), according to age and season. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 30, n. 4, p. 933–939, 2010.

SÁ, M. K. N.; ANDRADE, A. P.; MAGALHÃES, A. L. R.; VALENÇA, R. L.; CAMPOS, F. S.; ARAÚJO, F. S.; ARAÚJO, G. G. L. **Cactus pear silage with Gliricidia sepium: food alternative for the semiarid region.** Research, Society and Development, v. 10, n. 2, 2021.

SALFINGER, Y.; TORTORELLO, M. L. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods.** 5. ed. Washington, DC: American Public Health Association (APHA) Press, 2015.

SANTOS, F. N. S.; SANTOS, E. M.; OLIVEIRA, J. S.; MEDEIROS, G. R.; ZANINE, A. M.; ARAÚJO, G. G. L.; PERAZZO, A. F.; LEMOS, M. L. P.; PEREIRA, D. M.; CRUZ, G. F. L.; PAULINO, R. S.; OLIVEIRA, C. J. B. **Fermentation profile, microbial populations, taxonomic diversity and aerobic stability of total mixed ration silages based on Cactus and Gliricidia.** The Journal of Agricultural Science, Cambridge, v. 158, p. 396–405, 2020.

SILVA, A. F.; SANTOS, A. P. G.; OLIVEIRA, A. P. D.; MORAES, S. A.; SANTANA, L. M. **Produção de forragem e composição química da Pornunça cultivada em propriedades familiares de Petrolina - PE.** In: RESUMOS do VI Congresso Brasileiro de Agroecologia e II Congresso Latino Americano de Agroecologia, 2009, Brasília. Revista Brasileira de Agroecologia, v. 4, n. 2, p. 1268-1273, 2009.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de Alimentos (Métodos Químicos e Biológicos)**. Viçosa: Imprensa Universitária, 2002. 235 p.

SILVA, J. T.; VALENTIM, J. K.; MONÇÃO, F. P.; PIRES, D. A. A. P.; **Aspectos relacionados à qualidade da silagem de sorgo**. Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde, v. 26, n. 5, p. 597-602, mar. 2022.

SILVA, T. S.; ARAÚJO, G. G. L.; SANTOS, E. M.; OLIVEIRA, J. S.; GODOI, P. F. A.; GOIS, G. C.; CAMPOS, F. S. **Intake, digestibility, nitrogen balance and performance in lamb fed spineless cactus silage associated with forages adapted to the semiarid environment. Spineless cactus silages in diets for lambs**. Livestock Science, v. 268, 105168, 2023.

SILVA, V. C. **Intoxicação experimental por resíduo de mandioca (Manihot esculenta Crantz) (manipueira) em ovinos**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal nos Trópicos) — Universidade Federal da Bahia, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Salvador, 2016.

SOBRAL, G. **Qualidade fermentativa de silagens de milho sem espiga aditivada com palma forrageira e seu uso em dietas na terminação de ovinos**. 2022. 95 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2022.

TOLENTINO, D. C.; RODRIGUES, J. A. S.; PIRES, D. A. A.; VERIATO, F. T.; LIMA, L. O. B.; MOURA, M. M. A. **The quality of silage of different sorghum genotypes**. Acta Scientiarum. Animal Sciences, Maringá, v. 38, n. 2, p. 143-149, 2016.

TULLO, E.; FINZI, A.; GUARINO, M. **Review: Environmental impact of livestock farming and Precision Livestock Farming as a mitigation strategy**. Science of The Total Environment, v. 650, n. 10, p. 2751-2760, 2019.

VASCONCELOS, W. A.; SANTOS, E. M.; EDVAN, R. L.; SILVA, T. C.; MEDEIROS, G. R.; SOUTO FILHO, L. T. **Morfometria, produção e composição bromatológica da Maniçoba e Pornunça, em resposta a diferentes fontes de adubação**. Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas, v. 4, n. 2, p. 36-43, 2010.

VOLTOLINI, T. V.; BELÉM, K. V. J.; ARAÚJO, G. G. L.; MORAIS, S. A.; GOIS, G. C.; CAMPOS, F. S. **Qualidade de silagens de leucena, gliricídia e pornunça com diferentes níveis de erva-sal**. Semina: Ciências Agrárias, v. 40, n. 5, supl. 1, p. 2363-2374, 2019.

WOOLFORD, M. K. **The silage fermentation**. New York: Marcel Dekker, 1984. 350 p.

WRÓBEL, B.; ZIELEWICZ, W.; PASZKIEWICZ-JASIŃSKA, A. **Improving forage quality from permanent grasslands to enhance ruminant productivity**. Agriculture, v. 15, n. 13, art. 1438, 2025.