



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO AGRÁRIAS E EXATAS
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA**

DANIELA DOURADO ROMÃO DE SOUZA

**CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS E COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA
DE SILAGENS DE SORGO (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) E RAMA DE CENOURA
(*Daucus carota* L.)**

CATOLÉ DO ROCHA – PB

2025

DANIELA DOURADO ROMÃO DE SOUZA

**CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS E COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA
DE SILAGENS DE SORGO (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) E RAMA DE CENOURA
(*Daucus carota* L.)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a
coordenação do Curso de Bacharelado em
Agronomia da Universidade Estadual da
Paraíba, como requisito parcial à obtenção do
título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Danilo Dantas da Silva

CATOLÉ DO ROCHA – PB

2025

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto em versão impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que, na reprodução, figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S729c Souza, Daniela Dourado Romão de.

Características fermentativas e composição bromatológica de silagens de sorgo (*sorghum bicolor* (L.) moench) e rama de cenoura (*daucus carota* L.) [manuscrito] / Daniela Dourado Romão de Souza. - 2025.

26 f.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Humanas e Agrárias, 2025.

"Orientação : Prof. Dr. Danilo Dantas da Silva, Departamento de Agrárias e Exatas - CCHA".

1. Conservação de forragem. 2. Qualidade nutricional. 3. Valorização de resíduos. 4. Semiárido. I. Título

21. ed. CDD 631.52

DANIELA DOURADO ROMÃO DE SOUZA

CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS E COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DE
SILAGENS DE SORGO (SORGHUM BICOLOR (L.) MOENCH) E RAMA DE
CENOURA (DAUCUS CAROTA L.)

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso
de Agronomia da Universidade Estadual
da Paraíba, como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharela em
Agronomia

Aprovada em: 05/06/2025.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado eletronicamente por:

- **Elaine Gonçalves Rech** (***.858.590-**), em **02/07/2025 10:52:39** com chave **d12e2780574b11f0a4461a7cc27eb1f9**.
- **Danilo Dantas da Silva** (***.055.954-**), em **01/07/2025 20:43:12** com chave **26b2d84456d511f095ed1a7cc27eb1f9**.
- **Felipe Queiroga Cartaxo** (***.759.654-**), em **08/07/2025 14:38:17** com chave **554bd47e5c2211f0bf861a7cc27eb1f9**.

Documento emitido pelo SUAP. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse https://suap.uepb.edu.br/comum/autenticar_documento/ e informe os dados a seguir.

Tipo de Documento: Folha de Aprovação do Projeto Final

Data da Emissão: 11/07/2025

Código de Autenticação: af7316



A todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram para a realização desta conquista,
deixo meu mais sincero agradecimento. Esta vitória também é de vocês.

Dedico!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, fonte de toda sabedoria e luz, por me sustentar nos momentos mais difíceis, fortalecer minha fé e renovar minhas forças sempre que pensei em desistir. Sua presença foi meu alicerce, e sem Sua graça essa conquista não teria sido possível.

Ao meu pai, Ernando, minha eterna gratidão por ser meu maior exemplo de coragem e dedicação. Cada sacrifício seu, cada dia de trabalho enfrentado com bravura para me proporcionar a chance de estudar, está gravado em meu coração. Obrigada por acreditar em mim e me incentivar a nunca desistir.

À minha mãe, Aparecida, meu porto seguro. Seu amor, apoio incondicional e força silenciosa me sustentaram nos momentos de incerteza. Sei que cada vitória minha é também sua, pois sempre caminhamos juntas, lado a lado.

Ao meu filho, Pietro, que com seu sorriso doce e presença iluminada me inspira a ser melhor todos os dias. Você me ensinou o verdadeiro significado do amor incondicional e da persistência. Cada passo que dou é também por você.

Sou imensamente grata ao meu noivo, Júlio, por ser meu companheiro de todas as horas. Sua parceria, conselhos e palavras de incentivo foram fundamentais para que eu me mantivesse firme diante dos desafios. Seu apoio foi essencial para que eu seguisse confiante em minha caminhada.

Ao meu orientador, professor Danilo Dantas, meus sinceros agradecimentos por aceitar estar ao meu lado nesta jornada e por me conduzir com paciência e compromisso na elaboração deste trabalho. Seu conhecimento e disponibilidade fizeram toda a diferença para que eu pudesse crescer como estudante e como pessoa.

Agradeço aos professores da banca examinadora, por gentilmente aceitarem participar deste momento tão importante e por suas valiosas contribuições para o aprimoramento deste trabalho.

Estendo minha gratidão a todos os professores da Universidade Estadual da Paraíba, que ao longo da graduação compartilharam seus conhecimentos e foram essenciais para minha formação.

Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para que esse sonho se tornasse realidade. Cada gesto, cada palavra de apoio e cada demonstração de carinho foram fundamentais para que eu chegasse até aqui.

Muito obrigada!

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição bromatológica das plantas utilizadas na produção das silagens, Catolé do Rocha – PB, 2025.....	15
Tabela 2. Descrição dos tratamentos utilizados na produção das silagens Catolé do Rocha – PB, 2025.....	15
Tabela 3. Efeito dos níveis de rama de cenoura no pH, temperaturas e perdas por morfo das silagens mistas com sorgo forrageiro, Catolé do Rocha – PB, 2025.....	19
Tabela 4. Efeito dos níveis de inclusão de rama de cenoura na composição bromatológica das silagens mistas com sorgo forrageiro, Catolé do Rocha – PB, 2025.....	20
Tabela 5. Efeito dos níveis de inclusão de rama de cenoura nos compostos fibrosos de silagens mistas com sorgo forrageiro, Catolé do Rocha – PB, 2025.....	22

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Etapas da ensilagem: picagem, compactação da forragem e armazenamento, Catolé do Rocha – PB, 2024.....	16
Figura 2. Pesagem das silagens e medição das temperaturas interna e superficial, Catolé do Rocha – PB, 2025.....	16

SUMÁRIO

1. Introdução.....	10
2. Revisão Bibliográfica.....	11
2.1. O processo de Ensilagem e as Silagens Mistas.....	11
2.2. O Sorgo Forrageiro na Produção de Silagem.....	12
2.3. Uso de Subprodutos Agrícolas na Produção de Silagem.....	12
2.4. Características Fermentativas e Bromatológicas das Silagens.....	13
3. Material e Métodos.....	14
3.1 Local do Estudo.....	14
3.2 Culturas Utilizadas na Produção das Silagens.....	14
3.3 Tratamentos e Delineamento Experimental.....	15
3.4 Preparo dos Silos Experimentais.....	15
3.5 Avaliação da Silagem Antes e Após a Abertura dos Silos.....	16
3.6 Análises Laboratoriais.....	17
3.7 Análise dos Dados.....	18
4. Resultados e Discussão.....	18
5. Conclusões.....	22
Referências Bibliográfica.....	23

CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS E COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DE SILAGENS DE SORGO (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) E RAMA DE CENOURA (*Daucus carota* L.)

RESUMO

A dependência de culturas forrageiras que demandam grande disponibilidade hídrica tem incentivado o uso de subprodutos agrícolas na produção de silagem. Este estudo avaliou os parâmetros fermentativos e a composição químico-bromatológica de silagens mistas de sorgo forrageiro e rama de cenoura, visando sua viabilidade como alternativa alimentar para ruminantes. A pesquisa foi conduzida no Centro de Ciências Humanas e Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba, em Catolé do Rocha – PB. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos correspondentes a níveis de inclusão de rama de cenoura (0%, 15%, 30% e 45%) na silagem de sorgo forrageiro, e quatro repetições, totalizando 16 silos. O material foi acondicionado em baldes plásticos utilizados como silos experimentais, devidamente compactados, lacrados e armazenados por 95 dias. Após o período de fermentação, os silos foram abertos para a avaliação dos parâmetros fermentativos (pH, temperatura e mofo) e bromatológicos (matéria seca – MS, matéria mineral – MM, proteína bruta – PB, extrato etéreo – EE e os constituintes fibrosos – FDN e FDA). Os dados foram submetidos à análise de regressão para avaliar o efeito dos diferentes níveis de inclusão de rama de cenoura. A adição da rama promoveu redução do pH das silagens, resultando em menores perdas por mofo a partir de 15%, o que indica maior estabilidade fermentativa. A maior umidade da rama contribuiu para a diminuição dos teores de matéria seca nas silagens. Além disso, observou-se aumento linear na PB, que variou de 92,25 g.kg⁻¹ MS na silagem 100% sorgo para 106,35 g.kg⁻¹ MS com 45% de rama. A inclusão também reduziu os teores de FDN e FDA, potencialmente favorecendo a degradabilidade ruminal da silagem. Dessa forma, a adição de até 45% de rama de cenoura na silagem de sorgo melhora seus parâmetros fermentativos e bromatológicos, elevando a qualidade e a estabilidade do produto final.

Palavras-chave: Conservação de Forragem; Qualidade Nutricional; Valorização de Resíduos; Semiárido.

**FERMENTATIVE CHARACTERISTICS AND BROMATOLOGICAL
COMPOSITION OF SILAGES FROM SORGHUM (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)
AND CARROT TOPS (*Daucus carota* L.)**

ABSTRACT

The reliance on forage crops that require high water availability has encouraged the use of agricultural by-products in silage production. This study evaluated the fermentative parameters and chemical-bromatological composition of mixed silages made from forage sorghum and carrot tops, aiming to assess their viability as a feed alternative for ruminants. The research was conducted at the Centro de Ciências Humanas e Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba, in Catolé do Rocha – PB, Brazil. A completely randomized experimental design was used, with four treatments corresponding to different levels of carrot top inclusion (0%, 15%, 30%, and 45%) in forage sorghum silage, and four replicates, totaling 16 silos. The material was packed into plastic buckets used as experimental silos, properly compacted, sealed, and stored for 95 days. After the fermentation period, the silos were opened for evaluation of fermentative parameters (pH, temperature, and mold) and bromatological parameters (dry matter – DM, mineral materials – MM, crude protein – CP, ether extract – EE, and fiber fractions – NDF and ADF). Data was subjected to regression analysis to evaluate the effect of different levels of carrot top inclusion. The addition of carrot tops reduced silage pH, resulting in lower mold losses from 15% inclusion onward, indicating greater fermentative stability. The higher moisture content of the carrot tops contributed to the decrease in silage dry matter content. In addition, a linear increase in CP was observed, ranging from 92.25 g.kg⁻¹ DM in 100% sorghum silage to 106.35 g.kg⁻¹ DM with 45% carrot tops. Inclusion also reduced NDF and ADF contents, potentially enhancing ruminal degradability of the silage. Thus, adding up to 45% carrot tops to forage sorghum silage improves its fermentative and bromatological parameters, increasing the quality and stability of the final product.

Keywords: Forage Conservation; Nutritional Quality; Waste Valorization; Semiarid.

1. INTRODUÇÃO

A alimentação animal é um dos pilares da pecuária, influenciando diretamente o desempenho zootécnico e a viabilidade econômica dos sistemas de produção. No Semiárido brasileiro, marcado por altas temperaturas, chuvas irregulares e elevada evapotranspiração, a escassez hídrica limita a disponibilidade de forragens e impõe desafios à nutrição dos rebanhos.

Com cerca de 1.335.298 km² e presente todos os estados do Nordeste, o Semiárido caracteriza-se por apresentar clima tropical seco (BSh, segundo Köppen) e condições edafoclimáticas que comprometem a produtividade das culturas forrageiras (INSA, 2024; Coutinho et al., 2013). A alimentação dos animais depende majoritariamente da produção local de volumosos, como a palma forrageira, a vegetação nativa da Caatinga e os resíduos agrícolas (Silva et al., 2020).

Neste contexto, a conservação de forragens é fundamental para garantir o suprimento alimentar ao longo do ano. A ensilagem, por meio da fermentação láctica em ambiente anaeróbico, permite preservar o valor nutritivo dos volumosos e se mostra uma estratégia eficaz para regiões semiáridas (Perazzo *et al.*, 2024). O uso de forrageiras produtivas e de qualidade nutricional conhecida, como o sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), associado a subprodutos agrícolas, pode representar uma alternativa promissora para a produção de silagens nutritivas e de baixo custo.

O aproveitamento das sobras de culturas e de alimentos impróprios ao consumo humano tem sido explorada como estratégia de reaproveitamento de biomassa e redução de perdas na agropecuária (Marroco *et al.*, 2020). Além dos benefícios econômicos, essa prática contribui para mitigar impactos ambientais associados ao descarte inadequado de resíduos orgânicos. No caso da cenoura (*Daucus carota* L.), a maior parte dos descartes se deve à bifurcação das raízes, além da ocorrência de podridões, manchas e ataque de nematoides, intensificados por calor e chuvas excessivas (Oliveira; Almeida, 2021). A rama (folhas e hastes), frequentemente desprezada, apresenta potencial nutricional (Pereira *et al.*, 2013), podendo ser incorporada à dieta de ruminantes.

Neste contexto, hipotetizou-se que a substituição parcial do sorgo por diferentes proporções de rama de cenoura pode resultar em silagens com boas características fermentativas e qualidade nutricional igual ou superior à da silagem de sorgo puro. Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo avaliar os parâmetros fermentativos e a composição químico-bromatológica de silagens mistas de sorgo forrageiro e rama de cenoura, visando sua viabilidade como alternativa alimentar sustentável para ruminantes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O processo de Ensilagem e as Silagens Mistas

A silagem é essencial na alimentação de ruminantes, especialmente em sistemas de confinamento e de produção de leite, por ser uma alternativa eficaz para suprir a sazonalidade de forragem em períodos críticos. O processo da ensilagem baseia-se na fermentação de plantas forrageiras com elevado teor de umidade, em condições anaeróbicas, visando à conservação dos nutrientes pela ação de microrganismos benéficos. Essa forma de preservação assegura o fornecimento contínuo de alimento durante períodos de escassez das pastagens, sendo amplamente adotada na pecuária (Lima Jr. *et al.*, 2013; Ramos *et al.*, 2016).

A importância da ensilagem reside em sua capacidade de assegurar de forma contínua alimento volumoso de qualidade, especialmente no Semiárido, onde, durante as secas prolongadas as pastagens naturais tornam-se escassas. No entanto, para a silagem atender a esse propósito, algumas características devem ser observadas. Segundo Paula *et al.* (2021), o teor de matéria seca ideal para a produção de silagem varia entre 25% e 35%, o que geralmente no sorgo é alcançado entre 80 a 90 dias após o plantio. É nesse momento que a colheita deve ser realizada, a fim de garantir a qualidade do material.

Além disso, o controle do pH é um dos principais indicadores da qualidade da silagem. Valores entre 3,8 a 4,2 são considerados ideais, por criar um ambiente ácido para inibir a ação de microrganismos indesejáveis, como as bactérias do gênero *Clostridium* (McDonald *et al.*, 1991). Para garantir uma silagem de alto valor nutritivo, é fundamental adotar práticas adequadas, como o corte da forragem no estágio ideal de maturação, a trituração em tamanho apropriado, a compactação rápida e eficiente, a vedação hermética do silo e até mesmo o uso de misturas de espécies vegetais que se complementem em suas características nutricionais e fermentativas (Guim; Clemente, 2019).

Diante da necessidade de reduzir a dependência de silagens produzidas a partir de culturas que demandam alta disponibilidade de água, como o milho e o sorgo, ganha destaque a produção de silagens mistas com o uso de subprodutos da agroindústria e da agropecuária, a exemplo de restos de culturas, ramas e resíduos vegetais. Essa prática contribui para o aproveitamento de materiais frequentemente descartados, agregando valor e promovendo a sustentabilidade na produção animal. Ao combinar ingredientes com características fermentativas e nutricionais complementares, é possível melhorar a conservação do material, aumentar a estabilidade aeróbia da silagem e oferecer dietas mais equilibrada ao rebanho, favorecendo o desempenho produtivo dos animais (Soares, 2021).

2.2 O Sorgo Forrageiro na Produção de Silagens

O sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor*) tem se consolidado como uma cultura estratégica na produção de silagem, especialmente em regiões semiáridas caracterizadas por alta incidência de seca e limitações hídricas. Essa gramínea tropical destaca-se por seu rápido crescimento, capacidade de rebrota e ampla adaptabilidade a diferentes tipos de solo e condições climáticas, atributos que favorecem sua inserção em planejamentos forrageiros a base forragem conservada (Silva *et al.*, 2022).

Em comparação ao milho, o sorgo apresenta menores exigências hídricas e maior eficiência no uso da água, sem comprometer significativamente a produtividade, o que o torna uma alternativa viável para ambientes com restrição hídrica (Elias *et al.*, 2016). Do ponto de vista bromatológico, com sorgo forrageiro é possível produzir silagens com teores adequados de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), carboidratos solúveis (CHOT) e fibras, atendendo às exigências dos ruminantes. Estudos indicam que a silagem de sorgo pode apresentar teores de PB variando entre 8% e 15%, e de MS entre 28% e 35%, a depender da cultivar utilizada e do estágio fenológico na colheita (Martini *et al.*, 2019; Rodrigues *et al.*, 2023). Além disso, a elevada concentração de CHOT favorece o processo fermentativo, potencializando a qualidade da silagem (Moura *et al.*, 2016).

Além das qualidades agronômicas e nutricionais, o sorgo apresenta vantagens econômicas, como menor custo de produção em relação ao milho, maior resistência a pragas e doenças e elevado potencial de produção de biomassa. A consolidação do sorgo como base para produção de silagem reflete sua versatilidade, eficiência agrônômica e contribuição para a resiliência da pecuária em cenários de mudanças climáticas. A seleção criteriosa de cultivares, aliada a práticas de manejo adequadas e ao uso de tecnologias de conservação, permite a produção de silagens de alta qualidade, com impacto positivo na eficiência alimentar dos rebanhos e na sustentabilidade dos sistemas de produção animal (Machado *et al.*, 2012).

2.3 Uso de Subprodutos Agrícolas na Produção de Silagem

O uso de subprodutos agrícolas na alimentação animal tem se consolidado como uma alternativa sustentável e economicamente viável, especialmente em regiões com limitações na produção de forragens, como o Semiárido brasileiro. Dentre esses subprodutos, a rama de cenoura, composta por folhas e hastes remanescentes da colheita, representa uma fonte potencial de nutrientes para ruminantes. Seu aproveitamento contribui não apenas para a redução dos custos de produção, mas também para a mitigação dos impactos ambientais causados pelo descarte inadequado desses resíduos (Oliveira; Almeida, 2021).

A composição nutricional da rama de cenoura apresenta teores elevados de minerais (12,0%), proteína bruta (15,12%), carboidratos totais (52,65%) e fibra bruta (12,0%) (Pereira *et al.*, 2013). No entanto, por se tratar de um subproduto de produção sazonal e com baixa durabilidade quando armazenado *in natura*, a ensilagem é uma alternativa viável para sua conservação. Essa técnica permite o aproveitamento eficiente do resíduo, viabilizando períodos prolongados de armazenamento e garantindo a oferta de alimento volumoso durante épocas de escassez de forragem (Rodrigues *et al.*, 2023).

Além disso, estudos indicam que a inclusão de subprodutos agrícolas na silagem pode melhorar a qualidade fermentativa e o valor nutritivo do alimento conservado. Por exemplo, a adição de farelo de arroz e a casca de soja na forragem de capim-elefante proporcionaram aumento no teor de matéria seca da massa a ser ensilada e o valor nutritivo da silagem produzida (Ferreira *et al.*, 2009). Farelos de mandioca, cacau e a casca de café foram eficientes como aditivos na silagem de capim-elefante, melhorando as características fermentativas das silagens, diminuindo os valores de pH e os teores de nitrogênio amoniacal (Andrade *et al.*, 2010).

A inclusão de até 75% de rama de mandioca e folhas de embaúba na silagem de milho, proporcionou melhores resultados do ponto de vista bromatológico e fermentativo. Além disso, foi suficiente para melhorar a qualidade da silagem, promovendo a redução dos teores de fibras em detergente neutro e ácido, o que pode ter contribuído para aumentar a degradação ruminal do material ensilado (Santos *et al.*, 2020).

2.4 Características Fermentativas e Bromatológicas das Silagens

A avaliação das características fermentativas das silagens é fundamental para aferir a qualidade do processo de conservação e a estabilidade do material ao longo do tempo de armazenamento. Dentre os principais indicadores utilizados nesse diagnóstico, destaca-se o pH da silagem, o qual deve estar preferencialmente abaixo de 4,2. Esse valor sinaliza uma fermentação predominantemente láctica, considerada ideal para inibir o crescimento de microrganismos indesejáveis e preservar a qualidade do volumoso (Jobim *et al.*, 2020).

A quantificação dos ácidos orgânicos formados durante o processo fermentativo, como os ácidos láctico, acético, propiónico e butírico, fornece informações relevantes sobre a qualidade e o perfil da fermentação. Em geral, silagens bem fermentadas apresentam altos teores de ácido láctico, associado à rápida queda do pH, e baixos níveis de ácido butírico, cuja presença em excesso indica fermentações indesejáveis e deterioração do material (Bernardino *et al.*, 2022).

Os ingredientes utilizados na ensilagem exercem influência direta sobre a dinâmica

fermentativa e a qualidade final da silagem. Materiais com baixo teor de matéria seca pode dificultar a redução imediata do pH. Em contrapartida, ingredientes ricos em carboidratos solúveis, como milho e sorgo, favorecem a multiplicação de bactérias ácido-láticas, acelerando a fermentação láctica e contribuindo para maior estabilidade e conservação do material ensilado (Ferreira *et al.*, 2022).

A análise bromatológica é outra ferramenta indispensável na avaliação da silagem. Ela permite quantificar os principais componentes nutricionais, como matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, extrato etéreo, matéria mineral e nutrientes digestíveis totais. Essas informações são fundamentais para formular dietas adequadas às exigências nutricionais dos animais, otimizando o desempenho produtivo dos rebanhos (Detmann *et al.*, 2021). Os teores de MS e PB influenciam diretamente a qualidade da silagem, afetando seu valor nutritivo e a fermentação (Van Soest, 1994).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do Estudo

O experimento foi realizado na Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), no Centro de Ciências Humanas e Agrárias (CCHA), Campus IV, no município de Catolé do Rocha – PB (6° 20' 38'' S; 37° 44' 48'' W; altitude de 272 m). De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo BSh (quente e seco), com temperatura média anual de 26 °C e precipitação média anual de 794 mm (Ferreira Filho *et al.*, 2015). A vegetação predominante é a Caatinga hiperxerófila, que apresenta variações marcantes ao longo das estações seca e chuvosa.

3.2 Culturas Utilizadas na Produção das Silagens

O sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor*) BRS Ponta Negra utilizado no experimento foi colhido aos 85 dias após o plantio, em 29 de agosto de 2024, em uma propriedade rural situada no município de Brejo do Cruz – PB. A cultura era conduzida sob condições irrigadas, e a colheita do material foi realizada manualmente, com o auxílio de facão. No momento do corte, os grãos apresentavam textura leitoso/pastosa, indicando o estágio ideal para ensilagem.

As ramas da cenoura (*Daucus carota*) correspondem às partes da planta, folhas e pecíolos, que não são aproveitadas na alimentação humana e, por isso, são descartadas após a colheita. As ramas da cenoura cultivar Brasília foram obtidas no Setor de Olericultura da Escola Agrotécnica do Cajueiro, 95 dias após o plantio, no momento da colheita das raízes tuberosas.

O material foi submetido a pré-emurchecimento a sombra para reduzir o excesso de umidade, adequando-se às condições para ensilagem.

Amostras dos materiais foram coletadas para determinação da composição químico-bromatológica e resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Composição bromatológica das plantas utilizadas na produção das silagens, Catolé do Rocha – PB, 2025.

Nutriente	Sorgo BRS Ponta Negra	Rama de Cenoura
Matéria Seca (g.kg ⁻¹ MN)	266,50	182,87
Matéria Mineral (g.kg ⁻¹ MS)	77,13	193,38
Matéria Orgânica (g.kg ⁻¹ MS)	922,87	806,62
Proteína Bruta (g.kg ⁻¹ MS)	99,30	141,00
Extrato Etéreo (g.kg ⁻¹ MS)	19,30	22,70
Fibra Detergente Neutro (g.kg ⁻¹ MS)	667,00	387,55
Fibra Detergente Ácido (g.kg ⁻¹ MS)	353,35	236,35
Carboidratos Totais (g.kg ⁻¹ MS)	804,27	642,92
Carboidratos Não-Fibrosos (g.kg ⁻¹ MS)	137,27	255,37

MN= Matéria Natural; MS= Matéria Seca.

3.3 Tratamentos e Delineamento Experimental

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos correspondentes aos níveis de inclusão de rama de cenoura na silagem de sorgo forrageiro, com base na matéria natural. Cada tratamento contou com quatro repetições, totalizando 16 silos experimentais (Tabela 2).

Tabela 2. Descrição dos tratamentos utilizados na produção das silagens, Catolé do Rocha – PB, 2025.

Tratamento/Silagem	Descrição dos tratamentos
1	100% de sorgo forrageiro + 0% de rama de cenoura
2	85% de sorgo forrageiro + 15% de rama de cenoura
3	70% de sorgo forrageiro + 30% de rama de cenoura
4	55% de sorgo forrageiro + 45% de rama de cenoura

3.4 Preparo dos Silos Experimentais

As silagens foram produzidas em baldes de plástico com capacidade de 3,6 litros,

medindo 20 cm de altura e 18 cm de diâmetro, adaptados com válvulas de Bunsen nas tampas para permitir a liberação dos gases gerados durante o processo fermentativo. No fundo de cada silo, foram colocados 900 g de areia seca, com a finalidade de absorver o efluente liberado pela forragem. Para evitar o contato direto entre a areia e o material ensilado, foi colocado um disco de tecido não tecido (TNT), atuando como barreira protetora contra possíveis contaminações.

Em seguida, aproximadamente 1,6 kg de forragem, conforme a proporção de cada tratamento, foram inseridos e compactados nos silos, com o objetivo de expulsar o ar e assegurar condições ideais de fermentação (Figura 1). Após o enchimento, os silos foram hermeticamente fechados com as tampas, lacrados com fita adesiva, pesados e mantidos à temperatura ambiente, protegidos da luz solar, por 95 dias.

Figura 1. Etapas da ensilagem: picagem, compactação da forragem e armazenamento, Catolé do Rocha – PB, 2024.



3.5 Avaliação da Silagem Antes e Após a Abertura dos Silos

Amostras da massa ensilada foram coletadas antes do enchimento dos silos e secas em estufa de ventilação forçada a 55 °C até atingirem peso constante, para determinar a matéria seca inicial das misturas nas proporções utilizadas. Ao término do período de armazenamento, os silos foram pesados e abertos. A temperatura interna da silagem foi registrada com um termômetro digital de espeto e, para aferir a temperatura da superfície, utilizou-se um termômetro infravermelho após a remoção de áreas com presença de mofo (Figura 2).

Figura 2. Pesagem das silagens e medição das temperaturas interna e superficial, Catolé do Rocha – PB, 2024.



No momento da abertura dos silos, quantificaram-se as perdas por ação do mofo nas camadas inferior e superior, e os resultados foram expressos em percentual, considerando-se a massa de material ensilado no início do processo.

3.6 Análises Laboratoriais

As determinações de pH, matéria seca (MS) e matérias mineral (MM) e orgânica (MO) foram realizadas no Laboratório de Forragicultura e Nutrição Animal do CCHA/UEPB. Para o pH, utilizou-se cerca de 9 g de amostra em 60 ml de água destilada; após 30 minutos de repouso, foram realizadas três leituras consecutivas em pHmetro, com agitação entre cada medida (Silva; Queiroz, 2002).

As amostras das silagens foram desidratadas em estufa de ar forçado a 55 °C por 48 horas e, depois de moídas em moinho tipo Willey (peneira de 1 mm), acondicionadas em sacos plásticos herméticos. A análise de MS (método 934.01), MM e MO (método 942.05), proteína bruta (PB) (método 954.01) e extrato etéreo (EE) (método 920.39) seguiu protocolos da Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1990).

As determinações de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas segundo Van Soest *et al.* (1991), adaptado por Senger *et al.* (2008). Os carboidratos totais (CT) foram estimados pela equação de Sniffen *et al.* (1992): $CT = 1000 - (PB + EE + MM)$, e os carboidratos não fibrosos (CNF) de acordo com Van Soest *et al.* (1991): $CNF = 1000 - (PB + EE + MM + FDN)$.

Todas as demais análises (PB, EE, FDN e FDA) foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal (LAANA), do Centro de Ciências Humanas e Agrárias da UFPB, em Areia – PB.

3.7 *Análise dos Dados*

Os dados foram submetidos à análise de variância, seguida de análise de regressão para avaliar o efeito dos níveis da inclusão da rama de cenoura, utilizando programa estatístico SISVAR 5.0 (Ferreira, 2011). O modelo estatístico adotado foi:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Em que: Y_{ijk} é o valor observado para a variável analisada, referente ao i-ésimo tratamento e j-ésima repetição; μ média geral; T_i é o efeito fixo do i-ésimo tratamento (nível de inclusão da rama de cenoura); ε_{ij} é o erro aleatório associado à observação.

A escolha do modelo de regressão mais adequado (linear ou quadrático) foi realizada com base na significância do teste t de Student e no coeficiente de determinação (R^2).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A qualidade fermentativa da silagem constitui um fator determinante para o valor nutritivo e a segurança na alimentação animal, influenciando diretamente o consumo voluntário e a digestibilidade. Durante o processo de fermentação, parâmetros como pH e temperatura representam indicadores críticos da estabilidade e da eficiência da conservação. Além disso, as perdas por mofo indicam falhas na vedação e compactação, comprometendo a integridade do material ensilado. Na Tabela 3, são apresentados os valores médios de pH, temperatura e perdas por mofo das silagens avaliadas.

A temperaturas interna (TI) e superficial (TS) da silagem apresentaram variações significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos, refletindo as condições fermentativas e a estabilidade térmica dos materiais ensilados. A TI variou de 27,38 °C a 28,95 °C, com a menor temperatura observada na silagem de 100% sorgo, indicando maior estabilidade do material ensilado puro. A TS, por sua vez, ajustou-se a uma regressão linear crescente ($R^2 = 0,94$), indicando que o aumento da proporção de rama de cenoura contribuiu para o aquecimento superficial da silagem. Contudo, os tratamentos com inclusão de 15%, 30% e 45% de rama não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre si.

Tabela 3. Efeito dos níveis de rama de cenoura no pH, temperaturas e perdas por mofo das silagens mistas com sorgo forrageiro, Catolé do Rocha – PB, 2025.

Variáveis	Níveis de Rama de Cenoura (%)				Equação	R ²	P-valor
	0%	15%	30%	45%			
TI °C	27,38	28,43	28,95	28,58	$y = -0,0021x^2 + 0,11x + 27,38$	0,99	<0,001
TS °C	27,23	28,55	28,63	28,73	$y = 0,035x + 27,65$	0,94	0,002
pH	4,56	4,37	4,29	4,08	$y = -0,010x + 4,55$	0,97	0,001
Mofo %	8,70	7,84	7,53	5,60	$y = -0,070x + 8,72$	0,99	0,002

TI = Temperatura Interna; TS = Temperatura Superior. R² = coeficiente de determinação.

A temperatura é um dos principais fatores que influenciam a fermentação da silagem, por regular a atividade das bactérias ácido-láticas, cuja faixa ótima de crescimento situa-se entre 27 °C e 38 °C (Yamamoto *et al.*, 2021). No presente estudo, embora as silagens com inclusão de rama de cenoura tenham apresentado elevação na TI e TS, todas as médias permaneceram abaixo de 30 °C ao final do período de armazenamento, no momento da abertura dos silos. Esse valor é considerado um limite crítico, acima do qual aumenta o risco de crescimento de leveduras e bolores após a exposição ao ar (Guim; Clemente, 2019).

Além disso, as temperaturas mantiveram-se abaixo de 40 °C, faixa associada ao risco de deterioração aeróbia e à ocorrência de reações indesejadas, como a reação de Maillard, que pode resultar em coloração marrom-escura e perdas nutricionais na silagem (Weinberg *et al.*, 2001). A ausência desses sinais visuais reforça que o processo fermentativo transcorreu de forma adequada, sem comprometer a estabilidade do material ensilado.

Os valores médios de pH das silagens apresentaram redução significativa ($p < 0,05$) com o aumento da inclusão de rama de cenoura, variando de 4,56 na silagem controle até 4,08 no tratamento com maior proporção de rama. Essa queda gradual no pH reflete um processo fermentativo mais eficiente, o que é essencial para a conservação da forragem, pois a acidificação inibe a atividade das enzimas proteolíticas presentes na planta, diminui a degradação das proteínas, além criar um ambiente desfavorável ao desenvolvimento de microrganismos indesejáveis, como clostrídios e enterobactérias (Ramos *et al.*, 2021).

A fim de inibir o crescimento de clostrídios, a produção de ácido lático por bactérias do gênero *Lactobacillus* deve ser eficiente, pois esse ácido é o principal responsável pela queda do pH durante a fermentação. De acordo com McDonald *et al.* (1991), o pH ideal varia conforme o tipo de forragem, sendo que, para silagens de gramíneas e algumas monocotiledôneas, valores inferiores a 4,50 são considerados satisfatórios para garantir a estabilidade do material conservado.

De forma geral, os valores de pH observados neste estudo mantiveram-se dentro dos padrões recomendados para silagens, especialmente nos tratamentos com maior inclusão de rama de cenoura. A presença da rama pode ter favorecido uma fermentação mais eficiente, resultando em maior produção de ácidos orgânicos e, conseqüentemente, em menor pH final, o que reforça a viabilidade do uso desse subproduto como aditivo na ensilagem de sorgo.

As perdas por mofo reduziram-se de forma linear ($p < 0,05$) com o aumento da inclusão de rama de cenoura, atingindo o menor valor no tratamento com 45% de rama (5,60%). Considerando uma tonelada de silagem, essa redução corresponde aproximadamente 0,7 kg de perdas a menos para cada 1% de inclusão de rama, totalizando 31,5 kg no nível mais alto testado (45%). A menor incidência de material mofado, observada na abertura dos silos, contribui para a preservação da qualidade da silagem e facilita o manejo, além de representar um ganho econômico ao reduzir o desperdício de volumoso, especialmente em pequenos sistemas de produção.

Observou-se efeito linear decrescente ($p < 0,05$) para os teores de matéria seca (MS) e matéria orgânica (MO), e efeito linear crescente para a concentração de matéria mineral (MM) nas silagens, conforme o aumento da inclusão de rama de cenoura (Tabela 4). O aumento na concentração de MM pode ser atribuído à elevada quantidade de minerais presente na rama de cenoura ($193,38 \text{ g kg}^{-1}$), em comparação ao sorgo forrageiro ($77,13 \text{ g kg}^{-1}$), conforme apresentado na Tabela 1. Essa diferença explica a elevação progressiva do teor de MM no produto final, à medida que a proporção de rama na mistura foi aumentada.

Tabela 4. Efeito dos níveis de inclusão de rama de cenoura na composição química bromatológica das silagens mistas com sorgo forrageiro, Catolé do Rocha – PB, 2025.

Variáveis	Níveis de Rama de Cenoura (%)				Equação	R ²	P-valor
	0%	15%	30%	45%			
MS	231,29	203,97	194,15	189,61	$y = -0,89x + 224,99$	0,87	0,001
MM	72,28	101,64	122,99	131,35	$y = 1,33x + 75,40$	0,94	<0,001
MO	927,71	898,36	877,01	868,65	$y = -1,33x + 926,10$	0,94	<0,001
PB	92,25	98,35	102,13	106,35	$y = 0,31x + 92,85$	0,98	0,001
EE	9,45	12,50	13,75	14,47	$y = 0,12x + 10,03$	0,90	0,001

MS = Matéria Seca (g.kg^{-1} da Matéria Natural); MM = Matéria Mineral; MO = Matéria Orgânica; PB = Proteína Bruta; e EE = Extrato Etéreo, expressos em g.kg^{-1} da MS. R² = coeficiente de determinação.

O conhecimento dos teores MS é fundamental na formulação de dietas para ruminantes, uma vez que as exigências nutricionais dos animais são atendidas com base na concentração

dos nutrientes presentes na fração seca do alimento. No presente estudo, observou-se redução nos teores de MS de 231,29 g kg⁻¹ (23,13%) na silagem controle para 189,61 g kg⁻¹ (18,96%) no tratamento com 45% de rama de cenoura. Embora esses valores estejam abaixo da faixa recomendada para silagens de boa qualidade, entre 250 e 350 g kg⁻¹ (25% a 35%), segundo McDonald *et al.* (1991), não foram observados sinais de fermentações indesejáveis. Esse resultado pode ser atribuído à baixa capacidade tampão dos materiais utilizados e a quantidade de carboidratos solúveis, o que favoreceu uma acidificação eficiente da massa ensilada, conforme indicado pelos baixos valores de pH.

Resultados semelhantes foram observados por Oliveira *et al.* (2023), ao avaliarem silagens mistas de sorgo e palma forrageira, as quais, mesmo com teores de MS inferiores ao recomendado, apresentaram boa qualidade fermentativa e estabilidade aeróbia, atribuídas à presença de carboidratos solúveis e à rápida queda do pH. Isso reforça que, apesar da MS ser um parâmetro crítico, outros fatores como a composição da forragem e as interações quando se trata de silagens mistas, podem garantir a conservação eficaz do material ensilado.

A concentração de PB variou de 92,25 g kg⁻¹ MS na silagem composta apenas por sorgo para 106,35 g kg⁻¹ MS no tratamento com 45% de inclusão de rama de cenoura, representando um aumento de 15,3% em relação ao valor inicial. De acordo com a literatura, silagens elaboradas com cenoura (rama e raízes) apresentaram teores de PB entre 13,24% e 14,03% (Oliveira; Almeida, 2021), valores superiores aos obtidos neste estudo, o que confirma o potencial da cenoura como fonte proteica.

A adição da rama de cenoura contribuiu para o enriquecimento nutricional da silagem final, sendo um avanço relevante, especialmente para sistemas de produção com restrições de suplementação, pois melhora o valor nutritivo da dieta fornecida aos animais. Os teores de EE aumentaram de 9,45 g kg⁻¹ MS para 14,47 g kg⁻¹ MS, o que corresponde a uma elevação de 53,1% no conteúdo de lipídios.

Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) apresentaram reduções lineares ($p < 0,05$) com o aumento da rama de cenoura na silagem (Tabela 5). A FDN variou de 678,32 g kg⁻¹ MS na silagem com 100% sorgo para 531,72 g kg⁻¹ MS no tratamento com 45% de inclusão, resultando em uma redução de aproximadamente 21,6%. Da mesma forma, os teores de FDA diminuíram de 408,22 g kg⁻¹ MS para 313,00 g kg⁻¹ MS, o que representa uma redução de 23,3%. Esses resultados indicam que a rama de cenoura promoveu uma melhora na digestibilidade potencial da silagem, uma vez que menores teores de FDN e FDA estão associados a maior disponibilidade de energia e melhor aproveitamento do alimento pelos animais.

Tabela 5. Efeito dos níveis de inclusão de rama de cenoura nos compostos fibrosos de silagens mistas das silagens mistas com sorgo forrageiro, Catolé do Rocha – PB, 2025.

Variáveis	Níveis de Rama de Cenoura (%)				Equação	R ²	P-valor
	0%	15%	30%	45%			
FDN	678,32	645,10	570,20	531,72	$y = -3,23x + 677,68$	0,98	<0,001
FDA	408,22	376,55	328,20	313,00	$y = -2,15x + 408,35$	0,97	<0,001
CT	825,71	787,51	761,13	747,82	$y = -1,73x + 824,99$	0,96	0,001
CNF	147,38	142,41	190,93	216,10	$y = 0,094x^2 - 0,50x + 147,38$	0,91	0,001

FDN = Fibra em Detergente Neutro; FDA = Fibra em Detergente Ácido; CT = Carboidratos Totais; CNF = Carboidratos Não Fribrosos, expressos em g.kg⁻¹ da MS. R² = coeficiente de determinação.

O teor de fibras é um parâmetro essencial para avaliar a qualidade da silagem, pois influencia diretamente o consumo e o aproveitamento da dieta pelos animais. A FDN está relacionada ao volume da dieta: quanto menor o teor de FDN, maior tende a ser o consumo de MS. Já a FDA representa a fração menos digestível da fibra; teores mais baixos de FDA indicam melhor digestibilidade e maior valor energético da silagem (Detmann *et al.*, 2021). Dessa forma, analisar FDN e FDA permite estimar o potencial de consumo e o valor nutricional do alimento fornecido.

Os teores de carboidratos totais (CT) apresentaram redução linear significativa ($p < 0,05$) com o aumento da rama de cenoura. Essa diminuição está associada à redução dos teores de fibra (FDN e FDA) e ao incremento da matéria mineral, à medida que o teor de matéria orgânica total também decresceu. Por outro lado, os carboidratos não fibrosos (CNF) apresentaram comportamento quadrático ($p < 0,05$), com aumento expressivo nos teores à medida que cresceu a proporção de rama na silagem, passando de 147,38 g kg⁻¹ MS no controle para 216,10 g kg⁻¹ MS no tratamento com maior inclusão. Esse aumento de CNF está relacionado à menor participação da fração fibrosa e maior presença de compostos solúveis rapidamente fermentescíveis, o que pode favorecer a qualidade fermentativa da silagem e sua utilização pelo animal.

5. CONCLUSÕES

A inclusão de até 45% de rama de cenoura na silagem de sorgo melhora os parâmetros fermentativos, reduz o pH e as perdas por mofo, indicando maior estabilidade do material ensilado.

A combinação entre sorgo e rama de cenoura eleva os teores de proteína bruta e reduz as frações fibrosas da silagem, contribuindo para a melhoria da qualidade nutricional e configurando-se como uma alternativa na alimentação de ruminantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, I. V. O. *et al.* Perdas, características fermentativas e valor nutritivo da silagem de capim-elefante contendo subprodutos agrícolas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 12, p. 2578-2588, 2010.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). **Official methods of analysis**. 15th ed. International official methods of analysis, Washington, DC, 1990.

BERNARDINO, F. S. *et al.* Qualidade da silagem de capins e subprodutos agrícolas com aditivos naturais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 23, e1123, 2022.

COUTINHO, M. J. F. *et al.* A pecuária como atividade estabilizadora no semiárido brasileiro. **Revista de Veterinária e Zootecnia**, [S. l.], p. 10-11, 9, 2013.

DETMANN, E. *et al.* **Métodos para análise de alimentos – INCT – Ciência Animal**. 2. ed. Visconde do Rio Branco – MG: Suprema, 2021. 350p.

ELIAS, O. F. A. S. *et al.* Características agrônômicas de cultivares de sorgo em sistema de plantio direto no semiárido de Pernambuco. **Ciência Agrícola**, n. 14, v.1, p. 29-36, 2016.

FERREIRA, D. F. **Sistemas de análise estatística para dados balanceados**. UFLA - SISVAR, Lavras – MG, 2011, 145p.

FERREIRA FILHO, J. G. A. *et al.* Comportamento do regime pluviométrico no município de Catolé do Rocha no Estado da Paraíba, Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n.2, p. 14-17, 2015.

FERREIRA, A. C. H. *et al.* Avaliação nutricional do subproduto da agroindústria de abacaxi como aditivo de silagem de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 2, 223–229, 2009.

FERREIRA, A. C. H. *et al.* Estratégias para inclusão de resíduos agrícolas na alimentação de ruminantes. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 43, n. 2, p. 55–63, 2022.

GUIM, A.; CLEMENTE, J. V. F. Fatores que determinam a qualidade de silagens e fenos... In: Anais do I Simpósio Paraibano de Conservação e Utilização de Forragens: tecnologias e inovações para a pecuária nordestina. **Anais...** Areia – PB, CCA/UFPB, 2019. Disponível em:

<<https://www.even3.com.br/anais/siconfor/>> Acesso em: 02 mai. 2025.

INSA - INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO. **Delimitação do Semiárido Brasileiro, 2024**. Disponível em: <https://www.gov.br/insa/pt-br/centrais-de-conteudo/mapas/mapas-em-pdf/delimitacao-do-semiarido-brasileiro-2024.pdf/view> Acesso em: 15 fev. 2025.

JOBIM, C. C., NUSSIO, L. G., Daniel, J. L. P. (2020). Fatores determinantes da qualidade da silagem. In: Silagem: produção e utilização (4. ed.). Viçosa – MG: UFV.

LIMA JÚNIOR., D. M. *et al.* Silagem para vacas leiteiras no semiárido. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 9, n. 2, p. 33–42, 2013.

MACHADO, F. S. *et al.* Qualidade da silagem de híbridos de sorgo em diferentes estádios de maturação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 3, p. 711–720, 2012.

MARROCOS, D. H. *et al.* Use of by-products in a total mixed ration silage. **Semina: Ciências Agrárias**, v.41, n. 6, p. 3473–3480, 2020.

MARTINI, A. P. M. *et al.* Características morfogênicas e estruturais do sorgo forrageiro submetido a lotação contínua com novilhos de corte suplementados. **Ciência Animal Brasileira**, v. 20, e45172, 2019.

MCDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. The Biochemistry of Silage. **Chalcombe Publications**, Marlow - UK, p.184-236, 1991.

MOURA, M. M. A. *et al.* Chemical composition of sorghum genotypes silages. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 38, n. 4, p. 369-373, 2016.

OLIVEIRA, P. V. C. *et al.* Mixed sorghum and forage cactus silage: composition, digestibility, fermentation, and losses. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 44, n.2, p. 929–936, 2023.

PAULA, T. A. *et al.* Produção de silagem: aspectos agronômicos e valor nutricional em regiões semiáridas – Revisão Sistemática. **Arquivos do Mudi**, v. 25, p. 127–154, 2021.

PERAZZO, A. F. *et al.* **Impotência de novas estratégias de ensilagens para o Nordeste**. Fortaleza – CE: Editora In Vivo, 2024. 29-38p.

PEREIRA, G. I. S. *et al.* Avaliação química da folha de cenoura visando ao seu aproveitamento na alimentação humana. **Ciência e Agrotecnologia**, n. 27, v.4, p. 852–857, 2013.

RAMOS, J. P. F. *et al.* Ensiling of forage crops in semiarid regions. In: SILVA, T. C.;

- SANTOS, E. M. (ed.). **Advances in silage production and utilization**. London: IntechOpen Limited, p. 65–84, 2016.
- RAMOS, B. L. P. *et al.* Perdas no processo de silagem: Uma breve revisão. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 5, p. e8910514660, 2021.
- RODRIGUES, M. S. *et al.* Composição nutricional e qualidade da silagem de sorgo: alternativas para alimentação de ruminantes em regiões áridas. **Boletim de Indústria Animal**, v. 80, n. 2, p. 1–10, 2023.
- SANTOS, B. R. C. *et al.* Composição bromatológica da silagem de milho adicionada de ramo de mandioca e folhas de embaúba. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 8, e424985930, 2020.
- SENGER, C. C. D. Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 146, p.169-174, 2008.
- SNIFFEN, C. J. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 70, p. 3562-3577, 1992.
- SILVA, M. J. A. *et al.* Potencial do sorgo forrageiro como alternativa ao milho na produção de silagem no Semiárido. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 17, n. 1, p. 233–240, 2022.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- SILVA, D. S; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F. Produção e utilização de forragens no Semiárido brasileiro: estratégias para convivência com a seca. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 10, n. 1, p. 45-56, 2020.
- SOARES, M. J. A. A. Avaliação de silagens mistas de sorgo e palma forrageira. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2021.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. D.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 3583- 3597, 1991.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**, 2ª ed., Ithaca: Cornell University Press, p. 476, 1994.
- WEINBERG, Z. G.; SZAKACS, G.; ASHBELL, G.; HEN, Y. The effect of temperature on

the ensiling process of corn and wheat. **Journal of Applied Microbiology**, v. 90, p. 561-566, 2001.

YAMAMOTO, Y.; GAUDU, P.; GRUSS, A. Oxidative stress and oxygen metabolism in lactic acid bacteria. In: **Lactic Acid Bacteria and Bifidobacteria: Current Progress in Advanced Research**. Norfolk, UK, 2021. p. 91-102.