SILAGEM DE FORRAGEIRAS ADAPTADAS AO SEMIÁRIDO

Fundamentos, inovações e aplicações

Maria Catiane Araújo Silva Veloso
João Paulo Sampaio Rigueira
Flávio Pinto Monção
Vicente Ribeiro Rocha Júnior

EDITORA Unimontes

SILAGEM DE FORRAGEIRAS ADAPTADAS AO SEMIÁRIDO

Fundamentos, inovações e aplicações

EDITORA Unimontes

Universidade Estadual de Montes Claros - Unimontes

Wagner de Paulo Santiago
Reitor

Dalton Caldeira Rocha
Vice-Reitor

Ivana Ferrante Rebello
Pró-Reitora de Ensino

Marlon Cristian Toledo Pereira
Pró-Reitor de Pós-Graduação

Maria das Dores Magalhães Veloso
Pró-Reitora de Pesquisa

Pablo Peron de Paula
Pró-Reitor de Planejamento, Gestão e Finanças

Rogério Othon Teixeira Alves
Pró-Reitor de Extensão

©Editora Unimontes

Maria Clara Maciel de Araújo Ribeiro
Editora Geral

Conselho Editorial
Maria Clara Maciel de Araújo Ribeiro
Gustavo Henrique Cepolini Ferreira
Ivana Ferrante Rebello
Leandro Luciano Silva Ravnjak
Luiz Henrique Carvalho Penido
Patrícia Takaki Neves
Tânia Marta Maia Fialho
Vanessa de Andrade Royo

Apoio:



SILAGEM DE FORRAGEIRAS ADAPTADAS AO SEMIÁRIDO

Fundamentos, inovações e aplicações

Maria Catiane Araújo Silva Veloso
João Paulo Sampaio Rigueira,
Flávio Pinto Monção
Vicente Ribeiro Rocha Júnior

EDITORA Unimontes

Samanta Paleari
Projeto gráfico e diagramação

Lucas Carvalho Rôla Santos
Capa

Agência LCR
Revisão linguística

Ana Márcia Ruas de Aquino
Revisão linguística

Maria Clara Maciel de A. Ribeiro
Maria Gabriela de Souza
Luana Pereira Santos
Equipe editorial

Este livro foi selecionado por edital e submetido a parecer duplo-cego.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

S581 Silagem de forrageiras adaptadas ao semiárido [livro eletrônico]: fundamentos, inovações e aplicações / Maria Catiane Araújo Silva Veloso ... [et al.]. -- Montes Claros, MG : Editora Unimontes, 2026.
91 p. il. ; E-book (PDF)
Vários colaboradores.

Bibliografia.
Modo de acesso: world wide web
http://www.editora.unimontes.br/index.php/ebook
ISBN: 978-85-7739-860-7. E-book (PDF)

1. Silagem. 2. Semiárido. 3. Forrageiras. I. Veloso, Maria Catiane Araújo Silva. II. Rigueira, João Paulo Sampaio. III. Monção, Flávio Pinto. IV. Rocha Júnior, Vicente Ribeiro. V. Título. VI. Título: Fundamentos, inovações e aplicações.

CDD 633.2

Elaborado por Biblioteca Central Professor Antônio Jorge / Roseli Damaso – CRB-6/1892

O conteúdo desta obra, quando não houver indicação específica em contrário, é disponibilizado sob a Licença Creative Commons 4.0 Atribuição – Não Comercial – Sem Derivações. Os direitos desta edição pertencem à Editora Unimontes.

©Editora Unimontes

Campus Universitário Professor Darcy Ribeiro
Montes Claros - Minas Gerais - Brasil, CEP 39401-089 - Caixa Postal 126.
www.editora.unimontes.br | editora@unimontes.br

Filiada à ABEU Associação Brasileira das Editoras Universitárias

Apresentação

A pecuária no semiárido brasileiro convive com um desafio que se repete a cada ano: garantir alimento de qualidade para os rebanhos diante da irregularidade das chuvas e dos longos períodos de estiagem. Nesse cenário, produzir forragem em quantidade suficiente é apenas parte da solução. É necessário conservar os nutrientes, reduzir perdas e planejar estratégias de alimentação capazes de manter a eficiência dos sistemas produtivos mesmo quando a disponibilidade de água é limitada.

É nesse contexto que se insere a obra *Silagem de forrageiras adaptadas ao Semiárido: fundamentos, inovações e aplicações*, que reúne conhecimentos científicos e resultados de pesquisas voltadas ao aproveitamento de espécies forrageiras com elevado potencial para a produção animal. O livro tem como foco o sorgo biomassa BRS 716, o capim-elefante BRS Capiaçu e a palma forrageira, culturas que apresentam características agronômicas e nutricionais complementares e que podem contribuir para ampliar a oferta de estudos nas condições do semiárido.

Um dos principais diferenciais da obra é a abordagem integrada da ensilagem mista, estratégia que permite associar forrageiras para aproveitar suas características favoráveis e minimizar limitações individuais. A combinação da fração fibrosa do sorgo e do capim-elefante com os carboidratos não fibrosos e o elevado teor de água da palma forrageira abre possibilidades para melhorar o perfil fermentativo das silagens e diversificar as alternativas de alimentação dos ruminantes. Essa integração é discutida, considerando seus efeitos sobre a composição

nutricional e a conservação das silagens, o consumo de água pelos animais, o desempenho produtivo e a qualidade do leite e do queijo.

Ao longo dos capítulos, o leitor encontrará fundamentos do processo de ensilagem, explicações sobre as fases da fermentação e os principais indicadores de qualidade, além de informações sobre adaptação das culturas, produtividade, composição química e manejo das forrageiras. A obra também apresenta recomendações técnicas para a colheita, o processamento e a conservação dos materiais, contemplando o uso isolado das espécies e suas associações. Esses conteúdos ajudam a compreender os fatores que influenciam a qualidade final da silagem e oferecem subsídios para escolhas mais adequadas às condições de cada sistema de produção.

Outro eixo de destaque é a avaliação da viabilidade bioeconômica. A produtividade por área, o aproveitamento dos recursos disponíveis, os custos relacionados à alimentação e os resultados obtidos com os animais são aspectos fundamentais para avaliar a adoção de estratégias de conservação de forragens. Por isso, o livro aproxima o conhecimento científico das decisões práticas que envolvem o planejamento alimentar e a organização dos sistemas pecuários.

Resultado de pesquisas desenvolvidas no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), no campus de Janaúba, esta obra foi concebida para apoiar estudantes, pesquisadores, professores, profissionais da assistência técnica e produtores rurais interessados em soluções adaptadas às condições do semiárido brasileiro. Ao reunir fundamentos científicos, resultados experimentais e orientações técnicas, o livro busca ampliar a compreensão sobre o potencial das forrageiras adaptadas e as possibilidades de integração entre elas. Espera-se que seu conteúdo contribua para o aprimoramento das práticas de

ensilagem, o uso mais eficiente dos recursos naturais e o fortalecimento de sistemas pecuários capazes de enfrentar a sazonalidade da produção de forragem com maior segurança alimentar e estabilidade produtiva.

Mais do que apresentar alternativas de conservação, esta obra convida o leitor a reconhecer a ensilagem como parte do planejamento estratégico da alimentação animal. Seu propósito é contribuir para que o conhecimento gerado pela pesquisa se aproxime da realidade do campo, apoiando decisões técnicas e incentivando o desenvolvimento sustentável da pecuária no semiárido.

Sumário

1. Introdução 10

2. Fundamentos da ensilagem, fases e avaliação da qualidade.....14

3. Forrageiras adaptadas ao semiárido para ensilagem 19

3.1 Sorgo Biomassa BRS 716 24

3.2 Capim-elefante BRS Capiaçu.....30

3.3 Palma Forrageira 38

4. Estratégias de ensilagem mista e sinergia entre forrageiras 46

4.1 Impactos das silagens mistas na composição e qualidade da silagem 48

4.2 Impactos das silagens mistas na ingestão de água pelos animais 51

4.3 Impactos das silagens mistas na qualidade do leite e do queijo 53

4.4 Impactos da silagem mista no desempenho animal.....57

5. Recomendações técnicas para ensilagem 60

6. Viabilidade bioeconômica e eficiência do sistema..... 64

7. Considerações e perspectivas 70

Glossário..... 81

1.
Introdução

A região semiárida brasileira abrange uma área estimada entre 1,03 e 1,12 milhões de km², compreendendo municípios de nove estados da região Nordeste e o norte de Minas Gerais[1]. Esse ambiente caracteriza-se por elevadas temperaturas médias anuais, em torno de 27 °C, baixa umidade relativa do ar e precipitações reduzidas e irregulares, geralmente inferiores a 800 mm anuais, concentradas em curto período do verão[2]. Além disso, predominam solos rasos e, frequentemente, com baixa capacidade de retenção de água, associados a elevadas taxas de evapotranspiração[3]. Esses fatores intensificam a vulnerabilidade ambiental da região e impõem desafios significativos à produção agropecuária[4].

Nesse cenário, a produção de forragem apresenta forte estacionalidade, resultando em desequilíbrio entre a oferta de alimento e a demanda dos rebanhos ao longo do ano[5]. Durante a estação chuvosa, há maior disponibilidade de pastagens; entretanto, o prolongado período seco, que pode se estender de seis a dez meses, compromete drasticamente tanto a quantidade quanto a qualidade nutricional das forrageiras[6]. Como consequência, observa-se redução no desempenho animal, caracterizada por perda de peso, diminuição da produção de leite e queda na eficiência dos sistemas pecuários[7].

[1] Alencar (2022); Cordeiro (2021).
[2] Alencar (2022); Souza (2021).
[3] Madureira (2024); Silva (2025).
[4] Alencar (2022); Cordeiro (2021).
[5] Costa (2020); Backsmann (2023).
[6] Madureira (2024); Silva (2025).
[7] Alencar (2022); Cordeiro (2021).

Diante dessa realidade, a ensilagem destaca-se como uma das principais estratégias de conservação de forragens no semiárido. O processo baseia-se na fermentação anaeróbia (na ausência de oxigênio) dos carboidratos solúveis naturalmente presentes nas plantas forrageiras, conduzida predominantemente por bactérias ácido-láticas, responsáveis pela rápida redução do pH e pela estabilização do material conservado[8]. Dessa forma, a ensilagem possibilita o aproveitamento do excedente forrageiro produzido durante a estação chuvosa, assegurando o fornecimento contínuo de alimento no período seco e contribuindo para a manutenção do valor nutritivo das forragens conservadas[9].

Entre as principais alternativas forrageiras adaptadas às condições do semiárido destacam-se o sorgo biomassa cv. BRS 716, o capim-elefante cv. BRS Capiaçu e a palma forrageira[10]. Essas culturas apresentam características complementares que favorecem sua utilização na alimentação de ruminantes, tanto de forma isolada quanto em associações estratégicas[11]. O sorgo biomassa e o capim-elefante destacam-se pela elevada produção de matéria seca e pela alta disponibilidade de fibra, enquanto a palma forrageira apresenta elevada concentração de carboidratos não fibrosos e alto teor de água[12]. Assim, a escolha da forrageira ou da combinação entre elas deve considerar as características do sistema de produção, a disponibilidade de recursos e as exigências nutricionais dos animais[13].

Diante desse contexto, as investigações científicas recentes têm focado no sorgo biomassa BRS 716, no capim-elefante

[8] Backsmann (2023); Santos (2026).

[9] Alencar (2022); Santos (2026).

[10] Alencar (2022).

[11] Oliveira (2025); Santos (2026).

[12] Alencar (2022); Souza (2021).

[13] Alencar (2022); Santos (2026).

BRS Capiaçu e na palma forrageira[14]. O enfoque principal está na utilização dessas forrageiras na forma de silagem, considerando aspectos agronômicos, processos de conservação, valor nutricional e aplicação na alimentação de ruminantes. Busca-se, assim, reunir informações técnicas capazes de contribuir para o desenvolvimento de sistemas produtivos mais eficientes, sustentáveis e adaptados às condições do semiárido brasileiro.

[14] Backsmann (2023); Santos (2026).

2.

Fundamentos da ensilagem, fases e avaliação da qualidade

A ensilagem é uma técnica de conservação de forragens baseada na fermentação anaeróbia (na ausência de oxigênio) da massa vegetal previamente picada e compactada em silos[15]. Seu principal objetivo é armazenar o excedente de forragem produzido durante o período chuvoso para utilização na estação seca, preservando o valor nutritivo do material com o mínimo de perdas[16].

O processo ocorre pela ação de bactérias ácido-láticas, microrganismos responsáveis pela fermentação dos carboidratos solúveis naturalmente presentes nas plantas, como glicose, frutose e sacarose[17]. Durante a fermentação, ocorre produção de ácidos orgânicos, principalmente **ácido lático**, promovendo rápida redução do pH da massa ensilada[18]. Esse ambiente ácido limita o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis, como bactérias do gênero *Clostridium*, associadas à degradação de nutrientes e à ocorrência de fermentações inadequadas[19].

A qualidade final da silagem depende diretamente da correta condução das fases do processo fermentativo (Quadro 1). Inicialmente, ocorre a fase aeróbia, caracterizada pela presença de oxigênio no interior do silo. Nesse período, há respiração das células vegetais e atividade de microrganismos aeróbios, resultando em consumo de açúcares e perdas de matéria seca (fração da planta desconsiderando a água). Em seguida, estabelece-se a

[15] Backsmann (2023); Souza (2023).
[16] Alencar (2022); Santos (2026).
[17] Antunes (2025); Santos (2026).
[18] Alencar (2022); Backsmann (2023).
[19] Backsmann (2023); Santos (2026).

fase de fermentação ativa, marcada pela ausência de oxigênio e intensa produção de ácido lático, promovendo rápida queda do pH[20].

Quadro 1: Fases do processo de ensilagem

Fase	Principais características	Principal risco
Aeróbia	Presença de oxigênio, respiração celular e consumo de açúcares	Aquecimento e perdas de matéria seca
Fermentação ativa	Produção de ácido lático e rápida redução do pH	Fermentação inadequada
Estabilidade	Ambiente anaeróbio e pH estabilizado	Entrada de oxigênio
Deterioração aeróbia	Reentrada de ar após abertura do silo	Aquecimento e deterioração nutricional

Fonte: elaborado pelos autores de acordo com Backsmann (2023), Santos (2026).

Após a fermentação ativa, inicia-se a fase de estabilidade, na qual o ambiente anaeróbio (ausência de oxigênio) e ácido permite a conservação da silagem por longos períodos[21]. Entretanto, após a abertura do silo, ocorre a fase de deterioração aeróbia, caracterizada pela reentrada de oxigênio e pelo crescimento de fungos e leveduras. Esse processo favorece o aquecimento da massa e aumenta as perdas nutricionais (consumo de açúcares e energia) da silagem[22].

A avaliação da qualidade da silagem baseia-se em parâmetros fermentativos, físico-químicos e de estabilidade aeróbia, utilizados para verificar a eficiência do processo de conservação e identificar possíveis falhas durante a ensilagem (Quadro 2)[23].

[20] Backsmann (2023); Santos (2026).

[21] Santos; Zanine (2006); Backsmann (2023).

[22] Alencar (2022); Backsmann (2023); Santos (2026).

[23] Alencar (2022); Antunes (2025).

A interpretação desses parâmetros permite identificar problemas relacionados ao excesso de umidade, baixa disponibilidade de carboidratos solúveis ou presença de oxigênio no interior do silo, fatores que comprometem a fermentação e aumentam as perdas de nutrientes da silagem[24].

Quadro 2: Indicadores de qualidade da silagem

Parâmetro	Faixa recomendada	Interpretação
pH	3,8 – 4,2	Indica adequada fermentação
Matéria seca	25 – 35%	Condição ideal para conservação
$N\text{-}NH_3/NT$	< 10%	Baixa degradação proteica
Ácido lático	6 – 10% da MS	Fermentação eficiente
Ácido butírico	< 0,1% da MS	Ausência de fermentação clostridiana
Temperatura	Próxima à ambiente	Boa estabilidade aeróbia
Recuperação de matéria seca	Elevada	Menores perdas nutricionais

Fonte: elaborado pelos autores de acordo com Alencar (2022), Antunes (2025), Backsmann (2023) e Silva (2025).

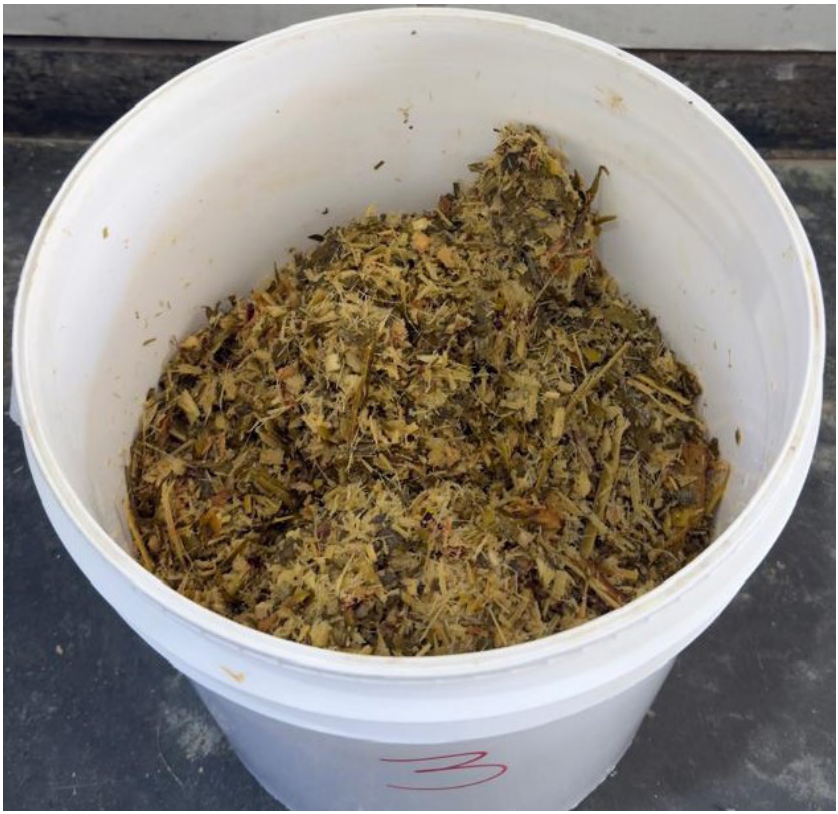
Além das análises laboratoriais, a avaliação prática da silagem também representa importante ferramenta de diagnóstico. Silagens de boa qualidade caracterizam-se por coloração verde-amarelada a castanho-clara, odor ácido agradável, decorrente da predominância de fermentação lática, e ausência de fungos visíveis, de aquecimento excessivo e de odor pútrido, indicativo de fermentações secundárias indesejáveis (Figura 1)[25]. Assim, o conhecimento dos fundamentos da ensilagem e dos principais indicadores de qualidade é essencial para a produção de silagens eficientes, capazes de garantir maior conservação

[24] Muck *et al.* (2018); Silva (2025).

[25] Kung Jr. *et al.* (2018); Antunes (2025).

dos nutrientes e contribuir para a sustentabilidade dos sistemas pecuários no semiárido.

Figura 1: Silagem de sorgo Biomassa BRS 716 após 30 dias de fermentação



Fonte: arquivo dos autores (2026).

3.

Forrageiras adaptadas ao semiárido para ensilagem

A produção de forrageiras no semiárido brasileiro é fortemente influenciada pelas condições climáticas da região, caracterizadas por elevadas temperaturas médias, em torno de 27 °C, irregularidade na distribuição das chuvas e longos períodos de estiagem, que podem durar de seis a dez meses[26]. Esses fatores condicionam o crescimento das plantas e determinam a disponibilidade de alimento para os rebanhos ao longo do ano, tornando a escolha de espécies adaptadas um aspecto fundamental para a eficiência dos sistemas de produção animal[27].

Nesse cenário, as forrageiras devem apresentar características que favoreçam a adaptação e produtividade mesmo sob condições adversas, como tolerância ao déficit hídrico, elevada capacidade de produção de matéria seca e eficiência no uso dos recursos ambientais. Espécies com metabolismo C4 (mecanismo fotossintético que permite maior eficiência em ambientes quentes e secos), como o sorgo e o capim-elefante, destacam-se por apresentar elevada taxafotossintética e potencial produtivo em ambientes de elevada luminosidade e temperatura[28].

A escolha das forrageiras para silagem no semiárido deve considerar a sincronia entre a adaptação ambiental, o potencial de produção e a qualidade nutricional, permitindo a adoção de estratégias como as silagens mistas com palma, que otimizam o uso da água e o aporte energético do sistema[29].

---

[26] Alencar (2022); Souza (2021).

[27] Backsmann (2023); Cordeiro *et al.* (2021).

[28] Alencar (2022); Backsmann (2023); Souza (2021).

[29] Oliveira (2025); Santos (2026).

Entre as principais alternativas forrageiras adaptadas às condições do semiárido, destacam-se o sorgo biomassa cv. BRS 716, o capim-elefante cv. BRS Capiaçu e a palma forrageira[30]. Essas espécies vêm sendo amplamente estudadas devido ao elevado potencial produtivo, que pode atingir 50 t ha^{-1} de matéria seca, e à ampla aplicabilidade na alimentação de ruminantes, especialmente sob a forma de silagem[31].

Do ponto de vista produtivo, as espécies adaptadas ao semiárido podem apresentar elevada produção de biomassa vegetal, chegando às médias de 50 t ha^{-1} de matéria seca anual, característica essencial para garantir a oferta de alimento durante os períodos de escassez[32]. Entretanto, altas produtividades nem sempre estão associadas ao melhor valor nutricional. Em muitos casos, plantas mais produtivas ou em idades avançadas apresentam maiores teores de fibra estrutural e lignina, componente que confere rigidez à planta, mas dificulta a digestão, o que reduz a digestibilidade e limita o consumo voluntário pelos animais, tornando necessário o manejo adequado para equilibrar produção e qualidade[33].

As características morfofisiológicas também exercem papel importante no desempenho das forrageiras. Plantas com sistema radicular profundo, como o sorgo (que pode explorar até 1,5 metros de profundidade), apresentam maior capacidade de extrair umidade de camadas inferiores do solo, aumentando a resistência à seca[34]. Além disso, forrageiras de maior porte, como o sorgo biomassa BRS 716 e o capim BRS Capiaçu (que atingem entre 4 e 6 metros de altura), e com boa resistência ao acamamento (queda ou inclinação permanente da planta), tendem a apresentar melhor desempenho em sistemas destinados

[30] Alencar (2022); Souza (2021).

[31] Souza (2021); Queiroz (2020).

[32] Alencar (2022); Backsmann (2023).

[33] Backsmann (2023); Jesus (2021).

[34] Alencar (2020); Souza (2021).

à produção de volumoso mecanizado[35].

A capacidade de conservação representa outro aspecto fundamental na escolha das espécies. Para que a ensilagem ocorra de forma eficiente, a planta deve apresentar teor de matéria seca compatível com o processo fermentativo (idealmente entre 25% e 35%), além de adequada disponibilidade de carboidratos solúveis, que servem de substrato para as bactérias ácido-láticas[36]. Nesse sentido, o sorgo destaca-se pelos bons teores de açúcares, enquanto o capim BRS Capiaçu pode demandar o uso de aditivos ou a associação com a palma forrageira para suprir essa demanda energética e garantir uma fermentação adequada[37].

[35] Backsmann (2023); Costa (2020).

[36] Alencar (2022); Backsmann (2023).

[37] Alencar (2022); Antunes (2025).

Quadro 3: Critérios para escolha de forrageiras no semiárido

Categoria de critério	Parâmetros e características desejáveis	Justificativa técnica	Fontes
Adaptabilidade climática	Tolerância ao déficit hídrico e eficiência no uso da água, associadas a mecanismos fisiológicos como metabolismo C4 e CAM.	Necessária para suportar longos períodos de estiagem, elevada radiação solar e altas temperaturas.	Alencar (2022, p. 16); Backsmann (2023, p. 12); Santos (2026, p. 15).
Potencial produtivo	Elevada produção de matéria seca, preferencialmente acima de 30 a 50 tha^{-1}/ano.	Garante maior oferta de volumoso durante o período seco.	Embrapa (2014, p. 1); Monção *et al.*(2019, p. 2045); Souza (2021, p. 13).
Fisiologia e manejo	Sensibilidade ao fotoperíodo e elevada capacidade de rebrota.	Favorece maior acúmulo de biomassa e eficiência produtiva.	Backsmann (2023, p. 12); Ramos (2020, p. 15); Souza (2021, p. 23).
Aptidão para ensilagem	Teor de matéria seca entre 25% e 35% e adequada concentração de carboidratos solúveis.	Essencial para fermentação eficiente e redução de perdas.	Alencar (2022, p. 17); Kung Jr. *et al.*(2018, p. 4020); Souza (2021, p. 7).
Capacidade de conservação	Baixo poder tampão e boa capacidade de compactação.	Favorece rápida redução do pH e estabilidade da silagem.	Antunes (2025, p. 10); Kung Jr. *et al.*(2018, p. 4021); McDonald *et al.*(1991, p. 81).
Valor nutricional	Elevados teores de NDT e proteína bruta acima de 7%.	Influencia consumo, digestibilidade e desempenho animal.	Oliveira (2025, p. 15); Ramos (2020, p. 19); Van Soest (1994, p. 22).
Operacionalidade	Aptidão para mecanização e resistência ao acamamento.	Reduz perdas operacionais e facilita o manejo.	Antunes (2025, p. 13); Backsmann (2023, p. 31); Pereira *et al.* (2016, p. 1).

Fonte: elaborado pelos autores de acordo com as fontes da coluna correspondente (2026).

Embora apresentem finalidades semelhantes dentro dos sistemas de produção, essas forrageiras possuem características agronômicas, estruturais e nutricionais distintas, que influenciam diretamente sua forma de utilização, manejo e conservação. Enquanto o sorgo e o capim-elefante garantem o aporte de fibra e a viabilidade de colheita mecanizada, a palma forrageira atua como uma reserva estratégica de energia (carboidratos não fibrosos) e **água biológica**[38].

Dessa forma, compreender as particularidades de cada espécie é fundamental para definir estratégias de uso mais eficientes, tanto de forma isolada quanto em associações forrageiras que otimizem a resiliência dos sistemas pecuários no semiárido.

3.1 Sorgo Biomassa BRS 716

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é uma gramínea originária da África Oriental, especialmente das regiões da Etiópia e do Sudão, sendo domesticado há aproximadamente 5 a 7 mil anos. Ao longo do tempo, a espécie foi amplamente difundida em regiões tropicais e subtropicais devido à elevada adaptação às condições de déficit hídrico e às altas temperaturas[39].

O híbrido BRS 716 é um genótipo de sorgo biomassa desenvolvido pela Embrapa Milho e Sorgo, sendo lançado em 2014. Inicialmente, sua utilização esteve direcionada à produção de bioenergia, principalmente para cogeração de eletricidade e obtenção de etanol, mas o elevado potencial de fitomassa (massa total de matéria orgânica de origem vegetal produzida por uma cultura) despertou interesse para o uso na alimentação animal, especialmente na forma de silagem[40].

A planta apresenta crescimento vigoroso, atingindo

[38] Oliveira (2025); Cordeiro *et al.* (2021).

[39] Doggett (1988); Alencar (2022).

[40] Embrapa (2014); Ramos (2020).

entre 4e 6 metros de altura, com elevada resistência ao acamamento, o que facilita a colheita mecanizada[41]. O sistema radicular é profundo, podendo alcançar até 1,5 metro, favorecendo maior exploração do solo e melhor aproveitamento da água[42] (Figura 2).

O sorgo biomassa BRS 716 apresenta características morfofisiológicas que favorecem sua adaptação ao semiárido[43]. Trata-se de uma planta sensível ao fotoperíodo (período de luminosidade diária que regula o desenvolvimento fisiológico e o florescimento da planta), florescendo apenas quando o período de luz diária é inferior a 12 horas e 20 minutos[44]. Quando semeada entre outubro e dezembro, a planta permanece em estágio vegetativo por mais tempo (aproximadamente cinco meses), o que favorece o acúmulo de biomassa (massa vegetal total produzida por uma cultura) e aumenta o potencial de produção de volumoso[45]. Esse comportamento ocorre porque a diferenciação da gema floral só será induzida quando os dias encurtarem o suficiente, permitindo que a planta atinja porte elevado, chegando a até 6 metros de altura[46].

[41] Queiroz (2020); Souza (2021).

[42] Magalhães *et al.* (2015); Alencar (2022).

[43] Queiroz (2020); Souza (2021).

[44] Parrella *et al.* (2010); Souza (2021).

[45] May *et al.* (2013); Souza (2021).

[46] Souza (2021); Backsmann (2023).

Figura 2: Sorgo biomassa BRS 716



Fonte: arquivo dos autores (2026).

O sorgo possui metabolismo C4 (via fotossintética que minimiza a fotorrespiração e permite altas taxas de fixação de carbono sob condições de elevada luminosidade e temperatura, aumentando a eficiência no uso da água e do nitrogênio), característica que assegura maior eficiência fotossintética em ambientes de clima quente e forte radiação solar[47]. Esse meca-

[47] Backsmann (2023); Souza (2021).

nismo torna a planta altamente competitiva pelos recursos do ambiente, permitindo a manutenção da produtividade mesmo sob estresse hídrico moderado[48].

O seu potencial produtivo é elevado, podendo superar 50 t ha^{-1}de matéria seca em ciclo de 6meses. Em termos de matéria natural, a produção varia entre 120 e 150 t ha^{-1}, demonstrando produtividade superior a cultivares forrageiras convencionais no semiárido[49]. No manejo agronômico, o espaçamento de 90 cm entre linhas favorece a entrada de luz no dossel, promovendo um crescimento diário próximo de 3 cm e maior acúmulo de biomassa ao final do ciclo[50].

Para utilização na forma de silagem, recomenda-se a colheita aos 160 dias após o plantio. Nessa fase, observa-se equilíbrio entre produtividade e teor de matéria seca, normalmente superior a 25%-26%, condição importante para redução das perdas por efluentes (líquido rico em nutrientes que escoa da massa ensilada) durante a ensilagem[51].

Os componentes bromatológicos (frações químicas que determinam seu valor nutricional, energético e digestivo) do sorgo biomassa BRS 716 apresentam elevada variabilidade em função da idade de corte, manejo e condições edafoclimáticas (Tabela 1). De maneira geral, os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT – indicador relacionado à fração energética da dieta) variam entre 50% e 54%, demonstrando potencial da cultura como reserva estratégica de alimento para ruminantes[52].

[48] Souza (2021); Alencar (2022).

[49] Ramos (2020); Santos (2026).

[50] Souza (2021).

[51] Kung Júnior *et al.* (2018); Queiroz (2020).

[52] Queiroz (2020); Souza (2021).

Tabela 1: Composição química do sorgo BRS 716 *in natura* de acordo com diferentes autores

Variável analisada	Ramos (2020)	Alencar (2022)	Backsmann (2023)	Santos (2026)
Idade de corte (dias)	150	160	139	160
Matéria Seca (% MN)	25,05	27,97	32,08	29,01
Cinzas (% MS)	6,13	8,90	5,38	6,50
Proteína Bruta (% MS)	6,88	5,51	3,90	5,06
FDNcp (% MS)	71,44	71,52	58,81	54,08
FDA (% MS)	51,34	48,28	-	37,21
Lignina (% MS)	12,98	7,20	10,39	4,82
Carboidratos Totais (% MS)	85,00	80,05	89,57	86,06
CNF (% MS)	16,16	11,89	30,75	31,97
NDT (% MS)	49,43	-	54,27	53,92

Legenda: MN: matéria natural; MS: matéria seca; FDNcp: fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDA: fibra em detergente ácido; CNF: carboidratos não fibrosos; e NDT: nutrientes digestíveis totais.
Fonte: Adaptado de Ramos (2020); Alencar (2022); Backsmann (2023) e Santos (2026).

O teor de Proteína Bruta (PB) (estimativa do conteúdo proteico de um alimento calculada a partir da sua concentração total de nitrogênio) normalmente varia entre 4% e 6%[53]. A proteína é o principal nutriente requerido para o desenvolvimento das funções metabólicas dos ruminantes, sendo fundamental para o organismo animal, para fins de mantença, produção de leite e carne, além de ser essencial para a atividade da microbiota presente no rúmen[54].

[53] Monção *et al.* (2019); Queiroz (2020).

[54] Batista (2021).

A redução no teor de proteína ocorre porque, com o amadurecimento fisiológico da planta, há uma migração dos compostos nitrogenados do conteúdo celular para a parede celular, além de um efeito de diluição causado pelo aumento da produtividade de matéria seca[55]. No caso do sorgo biomassa BRS 716 colhido aos 160 dias, os valores observados situam-se nessa faixa, variando entre 5,33% e 6,19% dependendo do espaçamento de plantio[56].

Estudos relacionados ao desempenho animal demonstram que a silagem de sorgo biomassa BRS 716 pode substituir integralmente a silagem de sorgo forrageiro convencional na alimentação de vacas mestiças em lactação e novilhas de reposição, sem comprometer a produção e composição do leite, mantendo a produção média de 12,68 kg/dia (ou 13,42 kg/dia de leite corrigido para 3,5% de gordura) em vacas em lactação, bem como o desempenho produtivo dos animais, garantindo um ganho de peso médio diário de 1,29 a 1,30 kg/dia em novilhas de reposição. Além disso, a utilização desse volumoso mantém o ganho de peso médio diário e o escore de condição corporal, evidenciando adequada disponibilidade de nutrientes para manutenção da eficiência produtiva, mesmo com o maior teor de componentes fibrosos característicos desse genótipo[57].

Esses resultados reforçam o potencial do sorgo biomassa BRS 716 como alternativa estratégica para sistemas pecuários do semiárido. Associado à elevada produção de biomassa, que pode superar 50 t ha^{-1} de matéria seca, à adaptação às condições de déficit hídrico e à possibilidade de mecanização total do cultivo, o material destaca-se como importante fonte de volumoso para produção de silagem, contribuindo para maior estabilidade produtiva e melhor aproveitamento dos recursos disponíveis[58].

[55] Monção *et al.* (2019); Queiroz (2020).

[56] Queiroz (2020).

[57] Ramos (2020); Queiroz (2020).

[58] Embrapa (2014); Backsmann (2023).

Tabela 2: Desempenho produtivo de vacas em lactação e novilhas alimentadas com silagem de sorgo forrageiro ou silagem de sorgo biomassa BRS 716

Categoria animal	Parâmetro	Silagem de Sorgo Forrageiro	Silagem de Sorgo Biomassa BRS 716	Resposta observada
Vacas mestiças (F1)	Produção de leite, kg/dia	13,10	12,16	Não houve efeito da substituição
	Produção corrigida para 3,5% de gordura, kg/dia	14,29	13,12	Estabilidade produtiva mantida
	Gordura do leite, %	4,08	4,10	Sem alteração significativa
	Proteína do leite, %	3,30	3,24	Composição preservada
	Sólidos totais, %	12,97	12,85	Sem efeito sobre a qualidade
Novilhas (3/4 H×Z)	Ganho médio diário, kg/dia	1,26	1,32	Desenvolvimento semelhante
	Peso final, kg	325,75	330,94	Crescimento preservado
	Altura final de cernelha, cm	131,56	131,37	Sem alteração biométrica

Fonte: Adaptado de Ramos (2020).

3.2 Capim-elefante BRS Capiaçu

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) é uma gramínea tropical originária do continente africano,

amplamente utilizada na alimentação de ruminantes devido ao elevado potencial de produção de forragem. A cultivar BRS Capiaçu foi desenvolvida pelo programa de melhoramento genético da Embrapa Gado de Leite, sendo resultante do cruzamento entre os acessos Guaco IZ2 e Roxo, realizado em 1992. O material foi lançado oficialmente em 2015 com o objetivo de disponibilizar uma alternativa de elevada produção de biomassa para suplementação volumosa[59].

As cultivares de capim-elefante caracterizam-se como gramíneas perenes e de crescimento cespitoso, formando touceiras densas e eretas. A cultivar apresenta porte elevado, podendo atingir entre 4,20 e 5 metros de altura, característica diretamente associada à alta produção de biomassa por unidade de área[60].

A cultivar BRS Capiaçu (Figura 3) tem como principais características a floração tardia, o porte alto, os aglomerados verticais, as folhas com lâminas largas, longas e verdes, a bainha de folha verde-amarelada, o caule com diâmetro espesso e os entrenós amarelados, além da ausência de joçal (pelos), touceiras de formato ereto, nervura central branca, colmos grossos, alta densidade de perfilhos basais e boa resistência ao tombamento[61].

Outro aspecto importante refere-se à elevada capacidade de perfilhamento, favorecendo a rápida recuperação após os cortes. O florescimento é tardio, ocorrendo normalmente entre julho e agosto, o que prolonga o período vegetativo e favorece o acúmulo de matéria seca. A cultivar também apresenta elevada resistência ao acamamento e boa adaptação às condições de déficit hídrico no semiárido[62].

[59] Brunken (1977); Pereira *et al.* (2017).

[60] Antunes (2025).

[61] Alencar (2022); Pereira *et al.* (2017).

[62] Costa (2020); Pereira *et al.* (2017).

Figura 3: Capim-elefante BRS Capiaçu



Fonte: arquivo dos autores (2021).

A propagação ocorre de forma vegetativa, utilizando colmos como material de plantio, sendo recomendado o estabelecimento da cultura no início da estação chuvosa. O plantio é realizado em sulcos, com espaçamento entre linhas variando de 0,80 a 1,30 metros. Além disso, o material apresenta elevada aptidão para mecanização das operações de colheita e ensilagem, reduzindo custos em sistemas de maior escala[63].

O potencial produtivo do BRS Capiaçu é elevado, com produção média próxima de 50 t ha^{-1} ao ano de matéria seca. Em termos de matéria verde, a produtividade pode atingir aproximadamente 300 toneladas por hectare ao ano, considerando até três cortes anuais[64].

Observa-se relação direta entre o avanço da maturidade e o aumento da biomassa. A produtividade evolui de aproximadamente 4,5 toneladas de matéria seca por hectare aos 30 dias de

[63] Jesus (2021); Pereira *et al.* (2016).

[64] Monção *et al.* (2019); Santos (2024).

rebrota para valores próximos de 50 tha^{-1} aos 150 dias, embora o manejo operacional de corte possa ficar comprometido em alturas muito elevadas devido ao risco de tombamento por ventos[65].

Tabela 3: Produtividade do Capim BRS Capiaçu de acordo com a idade de corte

Autor (Ano)	Idade de Corte (Dias)	Produtividade de MS (tha^{-1})	Observações Regionais
Costa (2020)	30	4,50 t ha^{-1}	Ensaio no verão (Norte de MG)
	60	9,28 t ha^{-1}	Incremento diário de 382 kg MS/ha
	90	23,78 t ha^{-1}	Fase recomendada para colheita
	120	33,29 t ha^{-1}	Fase recomendada para colheita
	150	49,86 t ha^{-1}	Máximo acúmulo; risco de tombamento
Pereira *et al.* (2017)	Anual	49,75 t ha^{-1}/ ano	Média em diversas regiões do Brasil
Monção *et al.* (2019)	Anual	72,00 t ha^{-1}/ ano	Desempenho no semiárido mineiro
Paula *et al.*(2020)	Corte isolado	100,00 t ha^{-1} (matéria verde)	Equivale a ~300 t ha^{-1}/ ano de matéria natural
Antunes (2025)	Anual	50,00 t ha^{-1}/ ano	Média nacional de referência

Fonte: elaborado pelos autores de acordo com as referências indicadas no quadro (2026).

Apesar do expressivo aumento na produção, o avanço da maturidade promove alterações importantes na composição nutricional da forragem. Com o aumento da idade de corte, ocorre redução dos teores de proteína bruta e diminuição da digestibilidade da fibra, consequência do aumento da lignificação dos tecidos estruturais da planta. Dessa forma, o manejo da idade

[65] Costa (2020).

de corte representa fator determinante para equilibrar produtividade e valor nutritivo da forragem destinada à ensilagem[66].

Durante o período vegetativo no verão, o BRS Capiaçu pode apresentar incremento médio diário estimado em 382 kg $ha^{-1}dia^{-1}$, evidenciando elevada taxa de crescimento e grande capacidade de acúmulo de biomassa. Essa característica favorece sua utilização como reserva estratégica de volumoso, principalmente em sistemas de produção intensivos[67].

Em condições do semiárido, especialmente sob manejo com irrigações estratégicas ou mesmo em situações moderadas de déficit hídrico, a cultivar tem demonstrado desempenho superior ao milho e ao sorgo forrageiro convencional quanto à produção de biomassa. Ensaios conduzidos pela Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), em condições do semiárido mineiro, registraram produtividades de até 72 t ha^{-1} ano^{-1}, evidenciando o elevado potencial do BRS Capiaçu mesmo em ambientes com limitada disponibilidade hídrica[68].

Do ponto de vista nutricional, quando manejado na idade adequada de corte, o BRS Capiaçu apresenta teores de proteína bruta variando entre 5,1% e 9,1%, enquanto os nutrientes digestíveis totais situam-se entre 46% e 50% (Tabela 4). Esses resultados demonstram que, apesar da elevada produção de biomassa, o valor nutritivo da forragem pode ser moderado, especialmente em materiais colhidos em estádios mais avançados de maturidade, reforçando a importância do manejo adequado para otimizar sua utilização na alimentação de ruminantes[69].

[66] Wilson (1994); Monção *et al.* (2019).

[67] Costa (2020).

[68] Pereira *et al.* (2017); Monção *et al.* (2019).

[69] Pereira *et al.* (2017); Alencar (2022).

Tabela 4: Composição química do capim BRS Capiaçu *in natura*

Fonte / Autor	Idade de Rebrota (Dias)	MS (%MN)	Cinzas (%MS)	PB (%MS)	FDN (%MS)	FDA (%MS)	Lignina (%MS)	CNF (%MS)	NDT (%MS)
Costa (2020)	90	17,50	9,75	7,72	69,73	45,17	6,99	11,64	42,45
Costa (2020)	120	21,25	7,88	8,74	75,02	52,94	8,30	7,30	39,65
Alencar (2022)	110	22,64	10,78	7,78	72,46	52,94	11,41	8,96	-
Santos (2024)	105	21,34	-	8,88	70,26	-	-	-	-
Santos (2024)	120	22,97	-	8,32	71,82	-	-	-	-
Antunes (2025)	102	22,60	10,78	7,80	70,40	44,10	8,30	8,96	50,00
Almeida (2025)	112	25,20	-	5,05	74,05	44,53	6,51	-	-
Pereira (2017)	90	18,00	-	5,30	72,20	-	-	-	46,80

Legenda: MN: matéria natural; MS: matéria seca; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; CNF: carboidratos não fibrosos; e NDT: nutrientes digestíveis totais.
Fonte: elaborado pelos autores (2026).

O elevado rendimento de biomassa torna o BRS Capiaçu uma das alternativas para produção de volumoso em sistemas com limitação de recursos hídricos. Embora a máxima produção de matéria seca ocorra em idades mais avançadas, a recomendação técnica para ensilagem situa-se entre 90 e 120 dias de rebrota. Nessa faixa, as plantas normalmente apresentam altura entre 3,5 e 4,2 metros, permitindo melhor equilíbrio entre produtividade, valor nutritivo e facilidade operacional[70]. Além disso, colheitas realizadas dentro dessa janela reduzem problemas relacionados ao acamamento provocado pela ação dos ventos, favorecendo a mecanização e diminuindo perdas no campo.

Entretanto, um dos principais desafios relacionados à ensilagem do capim BRS Capiaçu está associado ao baixo teor de matéria seca, frequentemente inferior a 20% no momento do corte, além da limitada concentração de carboidratos solúveis, que representam os açúcares utilizados durante o processo fermentativo. Essas características podem comprometer a fermentação anaeróbia, favorecendo elevadas perdas por efluentes, além de prejudicar a conservação dos nutrientes da forragem[71].

Para minimizar essas limitações, recomenda-se a adoção de estratégias que favoreçam melhores condições fermentativas da massa ensilada. Entre as principais alternativas destaca-se a utilização de aditivos absorventes de umidade, como milho moído ou farelos, em proporções próximas a 10%, com o objetivo de elevar os teores de matéria seca para valores entre 25% e 28%[72] (Tabela 5).

Outra estratégia consiste na utilização de inoculantes bacteriano-enzimáticos, que favorecem o desenvolvimento de bactérias ácido-láticas e contribuem para melhoria do perfil fermentativo e da digestibilidade da fibra (Tabela 5). Além disso, a associação do BRS Capiaçu com forrageiras de maior

[70] Pereira *et al.* (2016); Monção *et al.* (2019).

[71] Kung Júnior *et al.* (2018); Santos (2024).

[72] Paula *et al.* (2020); Antunes (2025).

concentração de carboidratos solúveis, como a palma forrageira, representa alternativa eficiente para aumentar o fornecimento de substrato fermentável e melhorar a qualidade da silagem[73].

Tabela 5: Características nutricionais e digestibilidade de silagens de capim-elefante BRS Capiaçu submetidas a diferentes estratégias de ensilagem e idades de rebrota

Estratégias de ensilagem	MS, %	PB, %	DIVMS, %	NDT, %	FDNi, %	Resposta observada
Controle	22,57	6,17	46,84	47,99	31,22	Baixo teor de MS e elevada fração de fibra indigestível
Inoculante bacteriano-enzimático	23,77	6,43	49,51	50,13	32,81	Redução das perdas por efluentes, porém sem aumento expressivo da MS
Milho moído (10%)	29,20	8,08	61,26	59,55	21,53	Elevação da MS, da digestibilidade e do valor energético da silagem
Milho moído (10%) + inoculante	29,01	8,64	61,18	59,49	21,47	Melhor resposta nutricional e fermentativa, com menor teor de FDNi
Idades de rebrota						
90 dias	25,33	7,17	57,68	56,68	24,68	Maior digestibilidade e melhor valor energético, porém menor produção de biomassa
105 dias	25,44	7,33	56,49	55,72	26,44	Características nutricionais intermediárias
120 dias	27,64	7,50	49,92	50,46	29,15	Melhor equilíbrio entre teor de matéria seca e viabilidade de conservação

Legenda: MS = matéria seca; PB = proteína bruta; DIVMS = digestibilidade in vitro da matéria seca; NDT = nutrientes digestíveis totais; e FDNi = fibra em detergente neutro indigestível.
Fonte: adaptada de Santos (2024) pelos autores.

[73] Jesus (2021); Alencar (2022).

Além da utilização na forma de silagem, o BRS Capiaçu apresenta elevada versatilidade de uso, podendo ser empregado em sistemas de corte e transporte, nos quais a forragem é colhida, picada e fornecida diretamente no cocho[74]. Em algumas situações, também pode ser utilizado sob pastejo direto. Entretanto, o manejo sob pastejo é limitado devido ao elevado porte da planta e à maior espessura dos colmos, características que podem dificultar o ajuste do manejo e o aproveitamento da forragem pelos animais[75].

Dessa forma, o capim-elefante BRS Capiaçu destaca-se como uma forrageira de elevada produção de biomassa e boa adaptação às condições do semiárido, constituindo importante alternativa para produção de volumoso. Contudo, o sucesso de sua utilização depende do manejo adequado da idade de corte e da adoção de estratégias que minimizem limitações relacionadas ao excesso de umidade e à redução do valor nutritivo da forragem.

3.3 Palma Forrageira

A palma forrageira, pertencente aos gêneros *Opuntia* e *Nopalea*, é uma cactácea originária do México. Sua introdução no Brasil ocorreu no final do século XVIII, inicialmente na região Nordeste, com a finalidade de cultivo da cochonilha-do-carmim, inseto utilizado para produção de corante vermelho. Entretanto, somente ao longo do século XX, especialmente após a grande seca de 1932, a cultura passou a ser utilizada de forma mais intensiva na alimentação animal, consolidando-se como uma das principais bases forrageiras do semiárido[76].

No Brasil, destacam-se como principais espécies cultivadas a *Opuntia ficus-indica* Mill. (Figura 4), representada por variedades como Gigante e Redonda, e a *Nopalea*

[74] Pereira *et al.* (2016); Jesus (2021).

[75] Costa (2020); Madureira (2024).

[76] Lopes (2012); Alencar (2022).

cochenillifera Salm-Dyck, que inclui materiais como Miúda, Doce e IPA Sertânia[77].

Figura 4: Palma Forrageira do gênero Opuntia ficus-indica (Palma Gigante)



Fonte: arquivo dos autores (2021).

O principal diferencial da palma forrageira está relacionado ao metabolismo ácido das crassuláceas (CAM), mecanismo fisiológico que aumenta a eficiência de utilização da água pela planta. Nesse sistema, a abertura dos estômatos (estruturas microscópicas presentes na superfície dos vegetais responsáveis pelas trocas gasosas e pela transpiração) ocorre predominantemente durante a noite, período em que as temperaturas são mais amenas e as perdas de água por evapotranspiração são menores[78] (Figura 5).

Durante o período noturno, o dióxido de carbono (CO_2) absorvido pela planta é fixado e armazenado temporariamente na forma de ácido málico (composto orgânico que funciona como reserva transitória de carbono no interior dos vacúolos das células vegetais, estruturas internas responsáveis pelo armazenamento de substâncias nas células vegetais) até o período diurno[79].

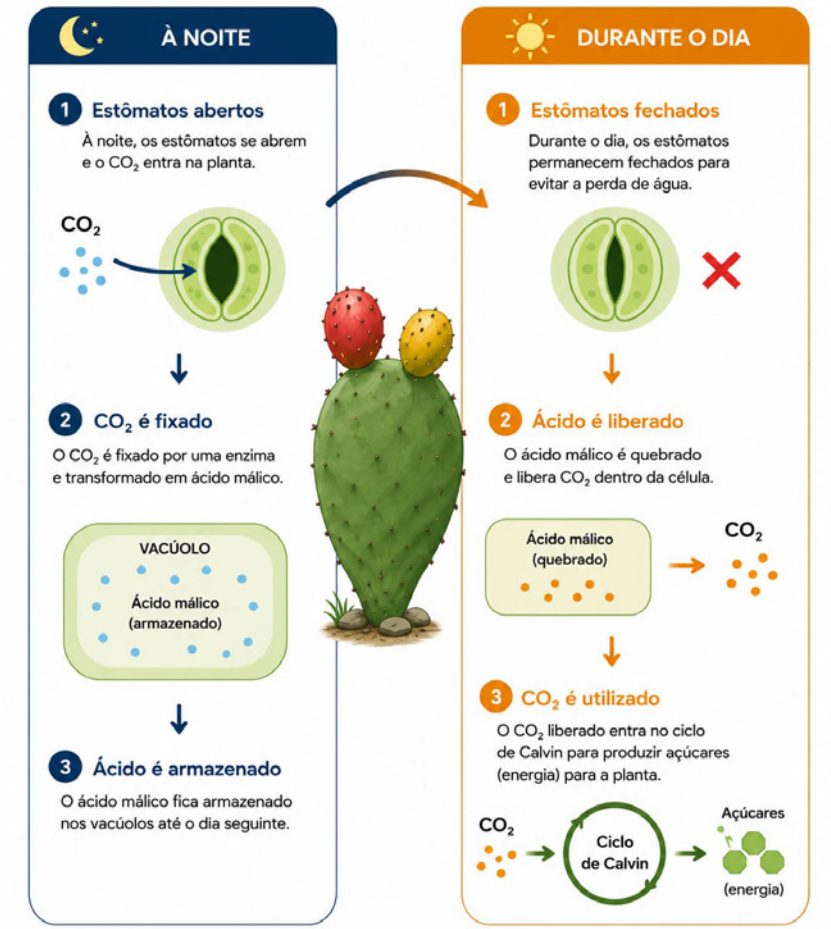
[77] Galvão Júnior *et al.* (2014); Almeida (2025).

[78] Donato *et al.* (2014); Antunes (2025).

[79] Taiz *et al.* (2017); Antunes (2025).

Durante o dia, com os estômatos fechados para reduzir a perda de água, o ácido málico é degradado e libera CO_2 no interior das células para ser utilizado no ciclo de Calvin, etapa da fotossíntese responsável pela produção de açúcares e compostos energéticos da planta, permitindo a atividade fotossintética mesmo em condições de estresse hídrico[80].

Figura 5: Palma e metabolismo ácido das crassuláceas (CAM)



Fonte: elaborado pelos autores de acordo com Taiz *et al.* (2017).

[80] Taiz *et al.* (2017); Souza *et al.* (2020).

Esse mecanismo fisiológico representa uma importante adaptação às condições do semiárido, pois reduz significativamente as perdas de água por evapotranspiração quando comparado às plantas de metabolismo C3 e C4, garantindo maior eficiência no uso da água e sobrevivência em períodos de estiagem prolongada[81]. A palma forrageira apresenta elevada capacidade de armazenamento de água em seus tecidos, principalmente no parênquima esponjoso dos cladódios, estruturas popularmente conhecida como raquetes. Essa característica permite que a planta mantenha atividade metabólica e produção de biomassa mesmo durante longos períodos de estiagem, representando importante mecanismo de adaptação às condições do semiárido[82].

Do ponto de vista produtivo, a cultura apresenta elevado potencial de produção de biomassa. Em sistemas adensados de cultivo no semiárido, a palma pode superar 30 t ha^{-1} ano^{-1}. Já a produção de matéria verde pode variar amplamente, situando-se entre 100 e mais de 600 t ha^{-1} ano^{-1}, dependendo de fatores como densidade de plantio, manejo adotado, adubação e disponibilidade hídrica[83] (Tabela 6).

Tabela 6: Produtividade da palma forrageira por variedade e manejo

Variedade / Genótipo	Idade de Colheita	Densidade (Plantas/ha^{-1})	Produtividade MV (t ha^{-1})	Produtividade MS (t ha^{-1})
Miúda (Doce)	24 meses	10.000 - 80.000	118,0 - 639,0	8,5 - 44,7
Redonda	24 meses	10.000 - 80.000	113,0 - 518,0	5,8 - 26,5
Gigante	24 meses	10.000 - 80.000	100,0 - 400,0	5,8 - 20,2
IPA Sertânia	12 meses	31.000 - 50.000	124,3	10,7
Orelha de Elefante Mexicana	12 meses	31.000 - 50.000	163,0 - 566,0	15,6 - 75,99

Fonte: adaptada de Santos (2026, p. 20) pelos autores.

[81] Santos *et al.* (2011); Alencar (2022).

[82] Rocha (2012); Alencar (2022).

[83] Silva (2015); Santos (2026).

A palma forrageira apresenta elevada resposta à adubação, principalmente orgânica, com destaque para a utilização de esterco bovino. Além disso, a cultura responde positivamente a irrigações estratégicas, quando disponíveis, favorecendo o aumento da área dos cladódios, e o acúmulo de água nos tecidos vegetais, refletindo diretamente no incremento da produtividade[84].

Do ponto de vista nutricional, a palma caracteriza-se por apresentar baixos teores de matéria seca, geralmente entre 10% e 13%, além de reduzidas concentrações de proteína bruta, variando entre 4% e 8%. Também apresenta baixos teores de fibra em detergente neutro (abaixo dos 30% da matéria seca)[85] (Tabela 7).

Por outro lado, destaca-se como um alimento de elevado valor energético devido à alta concentração de carboidratos não fibrosos, compostos rapidamente fermentáveis no rúmen, que podem representar mais de 50% da matéria seca (Tabela 7). Em função dessas características, a palma forrageira não é recomendada como fonte exclusiva de alimento para ruminantes, sendo raramente utilizada na forma de silagem isolada[86].

Tabela 7: Composição química da palma forrageira *in natura* (% na MS) de diferentes autores e variedades

Fonte	Variedade	MS	Cinzas	PB	FDNcp	CNF	NDT
Alencar (2022)	Gigante	9,09	13,10	5,16	27,14	50,81	-
Santos (2026)	IPA Sertânia	10,44	16,42	4,16	18,55	59,99	59,33
Antunes (2025)	Gigante	10,02	14,30	5,10	29,08	49,61	63,00

Legenda: MN: matéria natural; MS: matéria seca; PB: proteína bruta; FDNcp: fibra em detergente neutro (corrigida); CNF: carboidratos não fibrosos; NDT: nutrientes digestíveis totais.

Fonte: elaborada pelos autores de acordo com as fontes indicadas (2026).

[84] Oliveira *et al.* (2021); Ribeiro *et al.* (2021).

[85] Alencar (2022); Madureira (2024).

[86] Alencar (2022); Santos (2026).

No contexto da ensilagem, a palma forrageira apresenta características que favorecem o processo fermentativo, principalmente devido aos elevados teores de carboidratos solúveis, importantes para o desenvolvimento das bactérias ácido-láticas[87].

Outro componente de destaque é a mucilagem, substância viscosa formada por complexo de polissacarídeos com elevada capacidade de retenção de água. Essa mucilagem é composta principalmente por arabinose, galactose, ramnose, xilose e ácidos galacturônicos, compostos presentes na celulose e na pectina da planta[88]. A elevada capacidade hidrofílica da mucilagem favorece a retenção de água no interior dos tecidos vegetais, podendo contribuir para redução das perdas por efluentes durante a ensilagem. Esse composto exerce importante função fisiológica na própria planta, auxiliando na regulação hídrica e no equilíbrio de cálcio durante períodos de seca. Assim, o cálcio participa diretamente do mecanismo de abertura estomática, contribuindo para manutenção dos estômatos fechados durante o dia e favorecendo maior eficiência no uso da água pela planta[89].

Do ponto de vista operacional, o manejo da palma ainda é realizado predominantemente de forma manual, embora avanços tecnológicos venham ampliando a mecanização da cultura[90]. Para utilização na forma de silagem, recomenda-se o processamento adequado dos cladódios, utilizando equipamentos que promovam corte em partículas entre 2 e 5 cm, sem provocar maceração, esmagamento ou trituração excessiva do material[91].

A trituração excessiva rompe as células vegetais e libera a água associada à mucilagem, substância viscosa formada por um complexo de polissacarídeos com elevada capacidade de

[87] Marques *et al.* (2017); Alencar (2022).

[88] Felkai-Haddache *et al.* (2016); Alencar (2022).

[89] Contreras-Padilla *et al.* (2016); Alencar (2022).

[90] Marques *et al.* (2017); Santos (2026).

[91] Cordeiro (2021); Santos (2026).

retenção de água, aumentando significativamente as perdas por efluentes durante o armazenamento da silagem, além de dificultar a compactação no processo de ensilagem[92]. Dessa forma, o tamanho adequado das partículas representa fator importante para manutenção da estabilidade fermentativa e conservação dos nutrientes.

A utilização da palma na ensilagem torna-se mais eficiente quando associada a forrageiras com maior teor de matéria seca e fibra, como gramíneas tropicais. Nessa condição, ocorre importante complementaridade nutricional e fermentativa: a palma fornece água e carboidratos solúveis (açúcares que servem de substrato para as bactérias) necessários ao processo fermentativo, enquanto as gramíneas contribuem com fibra estrutural e maior capacidade de retenção da umidade da massa ensilada[93].

Além dos efeitos sobre a conservação da forragem, a utilização da palma apresenta benefícios importantes no desempenho animal, especialmente em regiões com limitação hídrica. A inclusão da cactácea na dieta reduz significativamente a ingestão voluntária de água pelos animais. Estudos também demonstram que silagens contendo palma permitem manutenção da produção e da composição do leite em vacas mestiças, além de favorecerem melhorias na digestibilidade da matéria seca e da fração fibrosa das dietas[94].

Outro aspecto relevante refere-se à logística de alimentação. A ensilagem da palma permite concentrar as operações de colheita e processamento em períodos específicos do ano, reduzindo a necessidade de corte e transporte diário do material *in natura* e contribuindo para maior eficiência operacional das propriedades[95].

[92] Antunes (2025;) Santos (2026).

[93] Alencar (2022); Antunes (2025).

[94] Almeida (2025); Oliveira 2025).

[95] Dubeux Júnior (2021); Santos (2026).

Assim, a palma forrageira destaca-se como uma das principais alternativas para alimentação animal no semiárido, especialmente em sistemas que demandam elevada eficiência no uso da água, estabilidade produtiva e flexibilidade de manejo. Entretanto, seu uso deve ser associado a estratégias adequadas de conservação e balanceamento nutricional da dieta[96].

[96] Alencar (2022); Santos (2026).

4.

Estratégias de ensilagem mista e sinergia entre forrageiras

As estratégias de ensilagem mista baseiam-se no princípio da complementaridade entre forrageiras, buscando associar materiais com características nutricionais e fermentativas distintas para obtenção de uma silagem com qualidade superior àquela produzida com o uso isolado das culturas[97].

No semiárido, essa associação apresenta grande relevância, principalmente pela possibilidade de compensar limitações individuais das forrageiras tropicais. Enquanto gramíneas como o sorgo biomassa BRS 716 e o capim-elefante BRS Capiaçu apresentam elevada produção de biomassa e maior teor de fibra, a palma forrageira contribui com alta concentração de carboidratos rapidamente fermentáveis e elevado teor de água[98].

A sinergia entre gramíneas e palma na produção de silagem ocorre, principalmente, por dois mecanismos complementares. O primeiro está relacionado ao fornecimento de carboidratos solúveis. Gramíneas tropicais frequentemente apresentam limitada disponibilidade de açúcares fermentáveis no momento ideal de colheita, o que pode retardar a redução do pH da massa ensilada. Nesse contexto, a palma atua como importante fonte de substrato para as bactérias ácido-láticas, favorecendo maior produção de ácido lático e proporcionando fermentação mais eficiente[99].

O segundo mecanismo envolve a atuação da mucilagem presente nos cladódios da palma. Esse composto apresenta elevada capacidade de retenção de água e funciona como uma

[97] Alencar (2022); Santos (2026).

[98] Almeida (2025); Santos (2026).

[99] Alencar (2022); Antunes (2025).

matriz viscosa que auxilia na retenção dos fluidos no interior da massa ensilada, reduzindo perdas por efluentes mesmo em materiais com maior teor de umidade[100].

Além dos benefícios fermentativos, a associação entre essas forrageiras promove importante complementaridade nutricional. A palma contribui com maior disponibilidade energética, enquanto as gramíneas fornecem fibra estrutural necessária para manutenção da atividade ruminal e da estabilidade física da silagem[101].

Dessa forma, a ensilagem mista representa estratégia eficiente para produção de volumoso no semiárido, favorecendo melhor equilíbrio entre valor nutritivo, conservação da silagem, desempenho animal e eficiência de utilização dos recursos disponíveis (Santos, 2026; Antunes, 2025).

4.1 Impactos das silagens mistas na composição e qualidade da silagem

A utilização da palma forrageira associada a gramíneas tropicais, como o sorgo biomassa BRS 716 e o capim-elefante BRS Capiaçu, promove alterações importantes na composição química, no perfil fermentativo e na conservação da silagem. De maneira geral, a palma atua como fonte de água, compostos mucilaginosos e carboidratos rapidamente fermentáveis, favorecendo o equilíbrio energético da massa ensilada e influenciando diretamente a qualidade do material conservado[102].

Entre os principais efeitos observados destaca-se a redução da fração fibrosa e o aumento da densidade energética da silagem. Em função da elevada concentração de carboidratos não fibrosos e dos baixos teores de fibra estrutural presentes na palma, sua associação às gramíneas promove redução dos teores

[100] Alencar (2022); Santos (2026).

[101] Alencar (2022); Oliveira (2025).

[102] Alencar (2022); Santos (2026).

de FDN e FDA, ao mesmo tempo em que eleva os níveis de NDT e melhora o potencial de digestibilidade da massa ensilada[103].

Nas silagens associadas ao sorgo biomassa BRS 716, observa-se maior equilíbrio entre matéria seca, fibra e compostos fermentáveis, favorecendo simultaneamente o valor energético e a estabilidade fermentativa da massa ensilada (Tabela 8). A inclusão de 40% de palma forrageira eleva os teores de PB, carboidratos não fibrosos e NDT, além de reduzir significativamente a fração fibrosa da massa ensilada[104].

Já nas silagens de capim-elefante BRS Capiaçu, embora a inclusão de palma também promova melhoria nutricional e proporções elevadas possam ser utilizadas sem comprometer o desempenho animal, níveis acima de 40% tendem a aumentar as perdas por efluentes, líquidos liberados durante a ensilagem devido ao elevado teor de água da cactácea, aumentando o risco de perdas de nutrientes durante o armazenamento[105].

Tabela 8: Composição química de silagens puras e associadas com palma forrageira

Tipo de silagem	MS, %	PB, %	FDN, %	FDA, %	CNF, %	NDT, %
Sorgo biomassa BRS 716 (pura)	34,10	5,17	59,36	40,80	27,01	49,63
Sorgo biomassa BRS 716 + 40% palma	22,86	6,08	50,71	34,97	28,73	55,06
Capim BRS Capiaçu (pura)	23,05	5,57	66,91	46,68	14,14	44,90
Capim BRS Capiaçu + 40% palma	17,58	5,16	61,40	44,83	15,61	46,79

Legenda: MS: matéria seca; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; CNF: carboidratos não fibrosos; NDT: nutrientes digestíveis totais.

Fonte: adaptado de Alencar (2022) pelos autores.

[103] Alencar (2022); Santos (2026).

[104] Alencar (2022); Santos (2026).

[105] Alencar (2022); Antunes (2025).

Além da proporção utilizada, a forma de processamento da palma exerce influência direta sobre a conservação da silagem. Quando os cladódios são triturados em equipamentos que promovem intensa maceração do material, recomenda-se utilização de menores proporções de palma, visando reduzir a liberação de água e as perdas fermentativas[106].

Por outro lado, inclusões entre 30% e 40% tornam-se mais seguras quando a palma é apenas fatiada ou picada em partículas entre 2 e 5 cm, preservando a mucilagem e sua capacidade de retenção hídrica, capacidade de absorver e manter fluidos no interior da massa ensilada[107] (Tabela 9).

Tabela 9: Níveis de inclusão de palma forrageira em silagens mistas

Forragem Base	**Níveis de Inclusão da palma (% na MN)**	**Nível Recomendado**	**Fonte (Autor/Estudo)**
Sorgo Biomassa BRS 716	0, 15, 30, 45 e 60%	30%	(Santos, 2026, p. 33)
Sorgo Biomassa BRS 716	0, 15, 30, 45 e 60%	Até 30%	(Almeida, 2025, p. 38)
Sorgo Biomassa BRS 716	0, 15, 30, 45 e 60%	30%	(Oliveira, 2025, p. 57)
Capim BRS Capiaçu (+10% milho)	0, 15, 30, 45 e 60%	30% a 45%	(Antunes, 2025, p. 58)
Capim BRS Capiaçu (+10% milho)	0, 15, 30, 45 e 60%	Até 60%	(Monção *et al.*, 2024, p. 1)
Sorgo Forrageiro (BR 700)	0, 10, 20, 30 e 40%	10%	(Oliveira *et al.*, 2023, p. 23)
Capim BRS Capiaçu	0, 5, 10, 15 e 20%	5%	(Monção *et al.*, 2020, p. 25)
Sorgo Biomassa / Capiaçu	40% (Fixo)	40%	(Alencar, 2022, p. 31)
Sorgo Biomassa / Capiaçu	40% (Fixo)	40%	(Cordeiro, 2023, p. 33)

Legenda: MN: Matéria Natural.

Fonte: elaborada pelos autores de acordo com as fontes indicadas (2026).

[106] Monção *et al.* (2020); Alencar (2022); Antunes (2025).

[107] Antunes (2025); Santos (2026).

Recomendam-se níveis próximos a 30% de palma associada ao sorgo biomassa e ao capim-elefante BRS Capiaçu, os quais apresentam melhor equilíbrio entre valor nutricional, digestibilidade e perfil fermentativo da silagem (Tabela 9). Além dos benefícios relacionados à conservação do material, esse nível de associação também tem demonstrado melhor retorno econômico em dietas para vacas leiteiras[108].

No caso do capim-elefante BRS Capiaçu, a associação com maiores proporções de palma (até 60%) requer maior atenção quanto ao teor de matéria seca da massa ensilada. Nessas situações, recomenda-se o uso de aditivos absorventes de umidade, como milho moído em níveis próximos de 10%, favorecendo melhores condições de fermentação e conservação da silagem[109].

Além das alterações nutricionais, a inclusão de palma influencia diretamente o perfil fermentativo da silagem. Os carboidratos rapidamente fermentáveis presentes na cactácea favorecem maior produção de ácido lático pelas bactérias ácido-láticas, contribuindo para rápida redução do pH e melhor conservação da massa ensilada. Paralelamente, a presença de ácido acético favorece maior estabilidade aeróbia após a abertura do silo, reduzindo o desenvolvimento de fungos e leveduras responsáveis pela deterioração do material exposto ao oxigênio[110].

Outro aspecto relevante refere-se à ação da mucilagem presente nos cladódios. Esse composto auxilia na retenção de água e nutrientes na massa ensilada. Entretanto, inclusões excessivas aumentam a quantidade de água livre no silo e favorecem perdas fermentativas, principalmente em gramíneas naturalmente úmidas[111].

[108] Santos (2026); Oliveira (2025).

[109] Monção *et al.* (2024).

[110] Alencar (2022); Backsmann (2023); Santos (2026).

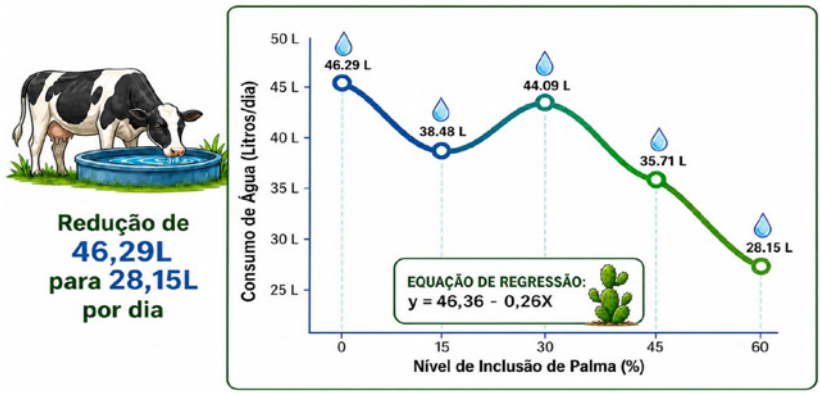
[111] Alencar (2022); Santos (2026).

4.2 Impactos das silagens mistas na ingestão de água pelos animais

A utilização da palma forrageira em silagens mistas contribui significativamente para a economia de água nos sistemas de produção de ruminantes, o que a torna uma importante estratégia de eficiência hídrica para o semiárido. Essa característica está diretamente relacionada ao elevado teor de água presente nos cladódios, que pode ultrapassar 85 a 90% da matéria natural, transformando a planta em uma reserva biológica de água para os animais[112].

A inclusão de palma na dieta reduz a ingestão voluntária de água, com diminuição estimada de aproximadamente 0,26 litros por dia para cada 1% adicional de palma incluída na dieta (Figura 6). Esse efeito está associado não apenas ao teor de água, mas também à presença de mucilagem, que retém os fluidos e contribui para melhor aproveitamento hídrico. A inclusão de 60% de palma forrageira na dieta resulta em uma economia de aproximadamente 18 litros de água por animal por dia[113].

Figura 6: Redução do consumo de água com inclusão de palma forrageira na dieta



Fonte: elaborado pelos autores de acordo com Oliveira (2025).

[112] Almeida (2025); Oliveira (2025).

[113] Oliveira (2025); Santos (2026).

A utilização de silagens contendo palma forrageira permite não apenas reduzir a dependência de água de bebida, mas também aumentar a segurança alimentar e hídrica dos rebanhos durante os períodos críticos do ano. Essa característica contribui para maior estabilidade dos sistemas de produção e redução dos custos relacionados ao fornecimento e transporte de água nas propriedades rurais.

4.3 Impactos das silagens mistas na qualidade do leite e do queijo

A utilização de silagens mistas contendo palma forrageira associada a outras forrageiras pode promover alterações específicas na composição do leite e nas características físico-químicas e sensoriais dos derivados lácteos. Em níveis moderados de inclusão, a palma mantém a estabilidade produtiva do rebanho e preserva importantes características tecnológicas do leite e do queijo, embora modificações no perfil lipídico possam ocorrer [114].

A inclusão da palma forrageira em silagens associadas ao sorgo biomassa BRS 716 não promove alterações significativas na produção diária de leite nem na composição centesimal do produto (Quadro 4). Os teores de gordura, proteína, lactose e sólidos totais permanecem estáveis, evidenciando adequada sincronização entre energia e nutrientes disponíveis na dieta[115]. A manutenção da produção corrigida para gordura reforça a capacidade das silagens mistas em atender às exigências nutricionais de vacas mestiças leiteiras, mesmo em condições de elevada participação da cactácea na dieta[116].

[114] Almeida (2025).
[115] Almeida (2025).
[116] Oliveira (2025).

Quadro 4: Efeitos da inclusão de palma forrageira em silagens com sorgo biomassa BRS 716 sobre a qualidade do leite

Categoria avaliada	Parâmetro analisado	Resposta observada
Desempenho produtivo	Produção de leite	Manutenção da produção diária, com médias entre 13,48 e 13,57 kg/dia
	Produção corrigida para 3,5% de gordura	Ausência de alterações significativas
Composição centesimal	Teor de gordura	Estabilidade dos teores, com médias próximas de 3,56%
	Teor de proteína	Manutenção dos teores proteicos do leite, entre 2,68% e 2,83%
	Lactose e sólidos totais	Preservação da composição centesimal
Indicadores metabólicos	Nitrogênio ureico no leite (NUL)	Redução linear, indicando melhor sincronização entre energia e proteína no rúmen
Qualidade sanitária	CCS e CPP	Ausência de efeitos sobre a saúde do úbere e qualidade microbiológica do leite

Fonte: elaborado pelos autores de acordo com Almeida (2025) e Oliveira (2025).

Outro efeito observado refere-se à redução dos teores de nitrogênio ureico no leite (NUL), indicador relacionado à eficiência de utilização do nitrogênio no rúmen (Quadro 4). Esse comportamento sugere melhor sincronização entre os carboidratos rapidamente fermentáveis fornecidos pela palma e a degradação proteica ruminal, reduzindo perdas de nitrogênio e aumentando a eficiência metabólica da dieta[117].

Do ponto de vista sanitário, a utilização de silagens contendo palma não altera parâmetros relacionados à qualidade microbiológica do leite, como contagem de células somáticas (CCS) e contagem padrão em placas (CPP), indicando manutenção da saúde do úbere e da qualidade higiênico-sanitária

[117] Oliveira (2025).

do produto (Quadro 4)[118]. Assim, a utilização de silagens mistas contendo palma forrageira representa alternativa viável para sistemas leiteiros do semiárido, permitindo manutenção do desempenho produtivo e da qualidade tecnológica dos derivados lácteos, especialmente quando utilizadas proporções moderadas da cactácea na dieta.

Em relação ao queijo, os principais efeitos observados concentram-se no perfil lipídico e em algumas características sensoriais (Quadro 5). De maneira geral, a inclusão de palma na dieta não altera significativamente os teores de gordura, umidade, sólidos totais e cinzas do queijo, preservando sua estrutura física e características tecnológicas[119].

Quadro 5: Efeito da inclusão palma forrageira na silagem com sorgo biomassa BRS 716 na qualidade do queijo minas frescal

Categoria avaliada	Parâmetro analisado	Resposta observada
Composição físico-química	Gordura, sólidos totais, umidade e cinzas	Manutenção da composição centesimal do queijo
	Proteína	Comportamento quadrático, com redução em níveis intermediários de inclusão
	Acidez titulável	Aumento linear com a inclusão de palma na dieta
	pH	Variação quadrática em função do nível de inclusão
Perfil lipídico e qualidade nutricional	Ácido palmítico (C16:0)	Aumento linear da fração saturada
	Ácido esteárico (C18:0) e ômega 3	Redução dos ácidos graxos considerados benéficos
	Índice de trombogenicidade	Aumento do potencial aterogênico da gordura do leite

[118] Almeida (2025).

[119] Almeida (2025).

Propriedades físicas	Textura e resistência ao cisalhamento	Preservação da estrutura física e da maciez do queijo
Aceitação sensorial	Sabor	Redução moderada da aceitação sensorial
	Impressão global e textura	Manutenção da aceitabilidade geral do produto

Fonte: elaborado pelos autores de acordo com Almeida (2025).

Por outro lado, alterações no perfil de ácidos graxos podem ser observadas, especialmente o aumento da concentração de ácidos graxos saturados e a redução de compostos considerados benéficos à saúde humana, como o **ômega 3**. Essas mudanças também podem influenciar atributos sensoriais, principalmente o sabor, embora os níveis de aceitação global permaneçam satisfatórios[120].

No queijo, a maior parte das características físico-químicas permanece estável com a inclusão de palma forrageira na alimentação das vacas (Quadro 5). Os teores de gordura, sólidos totais, umidade e cinzas apresentam poucas alterações, enquanto os parâmetros relacionados à textura e resistência ao cisalhamento, resistência máxima antes da quebra da estrutura, indicam preservação da estrutura e da maciez do produto[121].

A inclusão crescente de palma promove aumento do **ácido palmítico (C16:0)** e redução de ácidos graxos considerados benéficos à saúde humana, como o **ácido esteárico (C18:0)** e os **ácidos graxos ômega 3**. Como consequência, observa-se aumento do **índice de** trombogenicidade, parâmetro relacionado ao potencial de agregação plaquetária dos lipídios, da gordura do leite (Quadro 5)[122].

Do ponto de vista sensorial, o atributo sabor apresenta maior sensibilidade às alterações da dieta. Queijos produzidos a

[120] Almeida (2025).

[121] Almeida (2025).

[122] Almeida (2025).

partir de dietas contendo palma podem apresentar ligeira redução nos escores de aceitação sensorial quando comparados aos tratamentos sem inclusão da cactácea. Entretanto, a impressão global do produto permanece satisfatória, sem comprometimento significativo da aceitabilidade pelos consumidores[123].

A utilização de silagens mistas contendo palma forrageira representa alternativa viável para sistemas leiteiros do semiárido, especialmente pela maior estabilidade alimentar e eficiência hídrica proporcionadas ao sistema produtivo. Contudo, níveis moderados de inclusão, próximos de 30% da matéria natural, apresentam melhor manutenção das características tecnológicas e sensoriais do leite e do queijo[124].

4.4 Impactos da silagem mista no desempenho animal

A associação de forrageiras favorece o equilíbrio entre fibra estrutural, energia e água na dieta, contribuindo para manutenção do desempenho produtivo dos animais mesmo em condições de restrição hídrica. Em vacas leiteiras, a substituição da silagem de sorgo forrageiro convencional pela silagem de sorgo biomassa BRS 716 não compromete a produção diária de leite nem o consumo de matéria seca[125].

Da mesma forma, a inclusão de palma forrageira em silagens mistas mantém a estabilidade produtiva dos animais, demonstrando adequada disponibilidade energética e bom aproveitamento dos nutrientes da dieta[126] (Tabela 10).

[123] Almeida (2025).

[124] Almeida (2025; Santos (2026).

[125] Ramos (2020); Queiroz (2020).

[126] Oliveira (2025).

Tabela 10: Desempenho produtivo e consumo de animais alimentados com silagens puras e mistas

Dieta/ Tipo de silagem	Categoria animal	Produção de leite (kg/dia)	GMD (kg/dia)	Consumo de MS (kg/dia)	Fonte
100% sorgo forrageiro	Vacas mestiças (F1)	13,10	–	16,80	Ramos (2020, p. 42, 47)
100% sorgo biomassa BRS 716	Vacas mestiças (F1)	12,16	–	14,88	Ramos (2020, p. 42, 47)
Sorgo biomassa + 60% palma	Vacas ¾ Holandês × Zebu	13,57	–	14,49	Oliveira (2025, p. 76, p. 77)
100% sorgo biomassa BRS 716	Novilhas ¾ Holandês × Zebu	–	1,32	8,80	Madureira (2024, p. 31, p. 34)
Silagem mista (sorgo/ Capiaçu + palma)	Novilhas mestiças	–	0,77	6,28	Madureira (2024, p. 31, p. 34)
100% capim BRS Capiaçu	Novilhas mestiças	–	0,37	5,61	Cordeiro (2021, p. 8)

Legenda: MS: matéria seca; GMD: ganho médio diário.

Fonte: elaborado pelos autores (2026) de acordo com as referências indicadas.

Na recria de novilhas, etapa de criação de fêmeas jovens para reposição do rebanho, a silagem de sorgo biomassa BRS 716 apresenta elevado potencial para manutenção do ganho de peso e desenvolvimento corporal das fêmeas de reposição[127] (Tabela 10). A inclusão de palma forrageira também favorece o desempenho animal devido ao aumento da disponibilidade de carboidratos não fibrosos, compostos energéticos de rápida fermentação no rúmen, e à melhoria da digestibilidade da dieta[128].

Por outro lado, dietas compostas exclusivamente por capim-elefante BRS Capiaçu tendem a apresentar menores consumos de matéria seca e menores ganhos médios diários, especialmente em materiais colhidos em estádios avançados de maturidade[129].

Esse comportamento está relacionado ao aumento da lignificação da fibra, enrijecimento das estruturas da planta que dificulta a digestão, e ao maior efeito de enchimento ruminal, fatores que limitam o consumo voluntário pelos animais[130].

Assim, a integração entre sorgo biomassa BRS 716, capim-elefante BRS Capiaçu e palma forrageira favorece a produção de silagens mais digestíveis, palatáveis e energeticamente equilibradas, contribuindo para a manutenção do desempenho animal e maior estabilidade produtiva dos sistemas pecuários no semiárido.

[127] Queiroz (2020); Madureira (2024).

[128] Cordeiro (2021); Oliveira (2025).

[129] Cordeiro (2021); Madureira (2024).

[130] Madureira (2024).

5.

Recomendações técnicas para ensilagem

A eficiência da ensilagem no semiárido depende da adoção de práticas capazes de equilibrar produtividade, qualidade fermentativa e conservação dos nutrientes da forragem. Aspectos como estádio de colheita, teor de matéria seca, processamento da forragem, compactação e vedação do silo exercem influência direta sobre as perdas fermentativas e o valor nutricional da silagem final.

As recomendações apresentadas a seguir reúnem os principais critérios técnicos para ensilagem do sorgo biomassa BRS 716, capim-elefante BRS Capiaçu e palma forrageira, tanto de forma isolada quanto em associações mistas (Quadros 6, 7 e 8).

Quadro 6: Recomendações técnicas para ensilagem do Sorgo Biomassa BRS 716

Parâmetro	**Recomendação técnica**	**Fontes**
Espaçamento	90 cm entre linhas	Souza (2021, p. 3, p. 34); Queiroz (2020, p. 8, p. 35).
Idade de colheita	Aproximadamente 160 dias	Souza (2021, p. 3, p. 34); Queiroz (2020, p. 8, p. 35).
Teor ideal de matéria seca	Acima de 25%	Kung Jr. *et al.* (2018); Antunes (2025, p. 51).
Produção esperada	30 a 50 t de MS/ha^{-1}	Embrapa (2014); Souza *et al.* (2021, p. 3); Queiroz (2020, p. 12, p. 31).
Principal desafio	Elevada fração fibrosa	Backsmann (2023, p. 9); Jesus *et al.* (2021, p. 31); Hora *et al.* (2023, p. 30).
Estratégia recomendada	Uso de inoculantes bacteriano-enzimáticos	Backsmann (2023, p. 9); Jesus *et al.* (2021, p. 31).
Objetivo do manejo	Melhor digestibilidade e menor perda fermentativa	Backsmann (2023, p. 9); Alencar (2022, p. 28); Jesus *et al.* (2021, p. 31).

Fonte: elaborado pelos autores de acordo com as referências indicadas (2026).

Quadro 7 — Recomendações técnicas para ensilagem do capim-elefante BRS Capiaçu

Parâmetro	Recomendação técnica	Fontes
Idade de corte	90 a 120 dias	Costa (2020, p. 29); Monção *et al.* (2019, p. 1); Pereira *et al.* (2017, p. 29); Alencar (2022, p. 14).
Altura recomendada	3,5 a 4,2 m	Pereira *et al.* (2016, p. 4); Monção *et al.* (2019, p. 1); Antunes (2025, p. 37).
Principal desafio	Excesso de umidade	Borreani *et al.* (2018); Castillo (2018, p. 16); Monção *et al.* (2019); Alencar (2022, p. 37).
Teor ideal de MS	Acima de 25%	Kung Jr. *et al.* (2018, p. 51); McDonald *et al.*(1991,p. 26).
Correção recomendada	10% de milho moído ou emurchecimento	Paula *et al.* (2020, p. 22); Antunes (2025, p. 58); Santos (2024, p. 50).
Inoculante recomendado	BAL + enzimas fibrolíticas	Jesus *et al.* (2021, p. 28); Ribas *et al.* (2021, p. 47); Santos (2024, p. 50).
Objetivo do manejo	Redução de efluentes e melhoria fermentativa	Jesus *et al.* (2021, p. 28); Monção *et al.* (2020, p. 20); Santos (2024, p. 50).

Fonte: elaborado pelos autores de acordo com as referências indicadas (2026).

Quadro 8 — Recomendações técnicas para silagens mistas com palma forrageira

Associação	Recomendação técnica	Fontes
BRS 716 + palma	30% de palma na matéria natural	Santos (2026, p. 1); Almeida (2025, p. 57); Oliveira (2025, p. 49).
Capiaçu + palma	30 a 45% de palma	Antunes (2025, p. 52, 58); Alencar (2023, p. 15); Cordeiro (2021, p. 35).
Inclusões elevadas	Aumentam o risco de perdas por efluentes	Santos (2026, p. 1); Antunes (2025, p. 52); Monção *et al.* (2020, p. 20).
Estratégia complementar	Inclusão de 10% de milho moído	Antunes (2025, p. 52); Paula *et al.* (2020, p. 34).

Processamento da palma	Fatiamento/picagem entre 2 e 5 cm	Cordeiro (2021, p. 35); Almeida (2025); Oliveira (2025, p. 49).
Manejo inadequado	Trituração excessiva aumenta perdas líquidas	Monção *et al.* (2020, p. 20); Antunes (2025, p. 35); Cordeiro (2021, p. 35).
Benefício principal	Melhor fermentação e aporte energético	Santos (2026, p. 1); Oliveira (2025, p. 49); Alencar (2022, p. 28);

Fonte: elaborados pelos autores de acordo com as referências indicadas (2026).

6.
Viabilidade bioeconômica e eficiência do sistema

A sustentabilidade da produção animal no semiárido depende diretamente da adoção de estratégias capazes de reduzir custos, aumentar a eficiência de utilização dos recursos naturais e garantir estabilidade produtiva durante os longos períodos de estiagem[131]. Nesse contexto, o uso de forrageiras de elevada produtividade, como o sorgo biomassa BRS 716 e o capim-elefante BRS Capiaçu, associado à palma forrageira, representa alternativa tecnicamente eficiente para sistemas pecuários adaptados às condições edafoclimáticas, características de solo e clima, da região[132].

A alimentação representa o principal componente do custo de produção em sistemas pecuários intensivos no semiárido, podendo corresponder a até 80% das despesas totais da atividade[133]. Dessa forma, o aumento da produtividade forrageira e a utilização de alimentos regionais constituem estratégias fundamentais para melhoria da rentabilidade dos sistemas produtivos[134].

A eficiência bioeconômica da utilização dessas forrageiras está relacionada principalmente à elevada produção de matéria seca por unidade de área, à redução da dependência de concentrados comerciais e à maior estabilidade nutricional das dietas ao longo do ano[135]. Além disso, a integração entre gramíneas tropicais e palma forrageira favorece melhor sincronização

[131] Madureira (2024); Oliveira (2025).
[132] Alencar (2022); Santos (2026).
[133] Madureira (2024).
[134] Alencar (2022); Ramos (2020).
[135] Ramos (2020); Pereira *et al.* (2016).

entre fibra estrutural, energia e disponibilidade hídrica, promovendo maior eficiência alimentar e melhor aproveitamento dos nutrientes pelos animais[136].

Estudos demonstram que a substituição total da silagem de sorgo forrageiro convencional pela silagem de sorgo biomassa BRS 716 em dietas para vacas em lactação pode reduzir o custo alimentar em aproximadamente 28,8%, sem comprometer a produção de leite ou o desempenho animal[137]. Esse resultado está associado à elevada produção de biomassa do BRS 716, que permite redução do custo por quilograma de matéria seca produzida. A cultivar pode produzir entre 120 e 150 toneladas de matéria fresca por hectare, valor significativamente superior ao observado em sorgos forrageiros convencionais (média de 40-50 t ha^{-1})[138]. Como consequência, ocorre diluição dos custos de implantação, manejo e colheita da lavoura, reduzindo o custo por tonelada de silagem produzida[139].

Os resultados evidenciam importante ganho de eficiência econômica com a utilização da silagem de sorgo biomassa BRS 716 (Quadro 9). Mesmo apresentando menor consumo de matéria seca (consumo de 1,92 kg a menos de matéria seca por dia na dieta com sorgo biomassa 716), os animais mantiveram estabilidade na produção de leite, demonstrando maior eficiência de utilização da dieta[140]. Essa resposta indica que a redução no consumo não compromete o aporte de nutrientes necessários para manutenção do desempenho produtivo, refletindo diretamente na diminuição dos custos alimentares diários.

[136] Almeida (2025); Oliveira (2025).

[137] Ramos (2020); Ramos *et al.* (2021).

[138] Ramos (2020); Santos (2026).

[139] Ramos (2020); Pereira *et al.* (2016).

[140] Ramos (2020).

Quadro 9: Comparativo da substituição da silagem de sorgo forrageiro pela silagem de sorgo biomassa BRS 716

Variável	Sorgo Forrageiro	Sorgo Biomassa (100%)	Impacto Observado	**Fonte**
Consumo de Matéria Seca (CMS)	16,81 kg/dia	14,89 kg/dia	Redução de ~11,4% no volume de alimento ingerido	Ramos (2020, p. 42).
CMS em % do Peso Corporal	3,14%	2,74%	O animal precisa comer menos para se manter	Ramos (2020, p. 41).
Produção de Leite (Média)	13,10 kg/dia	12,16 kg/dia	Sem diferença estatística (produção mantida)	Ramos (2020, p. 47).
Eficiência Alimentar	0,77	0,80	Aumento na eficiência: mais leite produzido por kg de alimento.	Ramos (2020, p. 47).
Produtividade Agronômica	~40-50 t/ ha^{-1}	120-150 t ha-1	Aumento de até 3x na oferta de massa por área	Ramos (2020, p. 18); Pereira *et al.* (2016, p. 4).
Custo de Produção da Forragem	Maior	Menor	Alta produtividade por hectare dilui custos fixos	Ramos (2020, p. 50); Pereira *et al.* (2016, p. 5).

Fonte: elaborado pelos autores de acordo com as referências indicadas (2026).

Nas silagens mistas, a inclusão de palma forrageira contribui para redução progressiva do custo da dieta. O custo por quilograma de matéria seca diminui à medida que aumenta a participação da palma na ensilagem, reflexo da elevada produtividade da cactácea e de sua ampla adaptação às condições do semiárido[141].

Além da redução direta dos custos de alimentação, a utilização de silagens mistas promove melhoria na relação entre receita e custo do sistema produtivo (Tabela 11). Pesquisas conduzidas com vacas mestiças, animais resultantes do cruzamento entre raças europeias e zebuínas, demonstram que níveis intermediários de inclusão de palma forrageira proporcionam melhor equilíbrio entre desempenho produtivo e eficiência econômica[142].

Tabela 11: Análise de viabilidade bioeconômica com a inclusão de níveis crescentes de palma forrageira na ensilagem com sorgo biomassa BRS 716 para vacas leiteiras

Item Avaliado	**0% Palma**	**15% Palma**	**30% Palma**	**45% Palma**	**60% Palma**
Custo por Kg de MS (R$)	1,157	1,154	1,150	1,144	1,136
Consumo de MS (kg/dia)	13,36	14,53	13,99	13,61	14,49
Custo Alimentar Diário (R$/dia)	15,46	16,77	16,08	15,57	16,46
Receita com Leite (R$/dia)[1]	36,10	39,36	39,77	36,93	36,58
Saldo (Receita - Custo) (R$/dia)	20,64	22,59	23,69	21,36	20,12

Legenda: MS: matéria seca; MS: consumo de matéria seca.[1]Considerando o valor de venda do leite a R$ 2,78 por litro.
Fonte: elaborada pelos autores de acordo com Oliveira (2025).

[141] Oliveira (2025); Alencar (2022).
[142] Oliveira (2025).

Do ponto de vista econômico, os melhores resultados são observados em níveis intermediários de inclusão da palma. A inclusão de aproximadamente 30% de palma forrageira na silagem proporciona a melhor receita, proveniente da venda de leite menos custo alimentar, alcançando saldo positivo de R$ 23,69 por animal/dia (Tabela 11)[143].

Esse comportamento demonstra que a associação entre palma e sorgo biomassa favorece o melhor equilíbrio entre fibra estrutural e carboidratos não fibrosos, promovendo maior eficiência de utilização da dieta e melhor retorno econômico do sistema produtivo. A utilização da palma forrageira na forma ensilada promove ganhos importantes na eficiência operacional e econômica dos sistemas produtivos do semiárido. A concentração das atividades de colheita e armazenamento reduz a necessidade de manejo diário da forrageira, melhora a logística da propriedade e diminui os custos com mão de obra durante os períodos críticos do ano. Além disso, a elevada capacidade de mecanização do sorgo biomassa BRS 716 e do capim-elefante BRS Capiaçu favorece maior escala de produção e redução das perdas operacionais durante a colheita e ensilagem.

[143] Oliveira (2025).

7.
Considerações e perspectivas

O sorgo biomassa BRS 716, o capim-elefante BRS Capiaçu e a palma forrageira destacam-se como alternativas estratégicas para produção de silagem em regiões com restrição hídrica. Essas forrageiras apresentam características complementares que favorecem sua utilização tanto de forma isolada quanto em sistemas integrados de ensilagem mista.

O sorgo biomassa BRS 716 caracteriza-se pela elevada produção de biomassa, tolerância ao déficit hídrico e potencial de mecanização, enquanto o BRS Capiaçu apresenta grande capacidade de produção de volumoso e elevada taxa de crescimento.

A associação entre essas forrageiras permite explorar mecanismos de complementaridade nutricional e fermentativa, favorecendo a produção de silagens mais equilibradas, digestíveis e adaptadas às condições do semiárido. A integração sinérgica dessas forrageiras por meio da ensilagem mista permite mitigar as limitações individuais de cada cultura, aproveitando, por exemplo, os carboidratos solúveis da palma para otimizar a fermentação e a fração fibrosa das gramíneas para manter a funcionalidade ruminal dos animais. Os impactos positivos das silagens mistas na composição e qualidade da silagem, na ingestão de água pelos animais, na qualidade do leite e do queijo e no desempenho produtivo de ruminantes demonstram sua viabilidade para contribuir para a manutenção do desempenho animal mesmo em condições ambientais adversas.

Além dos benefícios nutricionais e produtivos, a integração dessas forrageiras também apresenta impacto positivo sobre a eficiência bioeconômica dos sistemas de produção.

A elevada produtividade por área, associada à possibilidade de mecanização e à redução dos custos relacionados à alimentação e ao uso da água, reforça o potencial dessas estratégias para sistemas pecuários mais sustentáveis e resilientes.

Outro aspecto importante refere-se à evolução das pesquisas envolvendo ensilagem mista no semiárido. Nos últimos anos, avanços significativos têm sido observados quanto à utilização de aditivos, manejo fermentativo, estratégias de processamento da palma forrageira e avaliação dos impactos sobre desempenho animal e qualidade dos produtos de origem animal. Entretanto, ainda existem desafios e perspectivas que demandam novas investigações. Pesquisas voltadas à mecanização da colheita e do processamento da palma forrageira, à redução de perdas fermentativas e à integração entre agricultura e pecuária representam importantes caminhos para o fortalecimento dos sistemas produtivos do semiárido.

Por fim, espera-se que as informações reunidas nesta obra contribuam para ampliar o conhecimento técnico sobre o uso de forrageiras adaptadas ao semiárido na produção de silagem, servindo como material de apoio para estudantes, pesquisadores, técnicos e produtores rurais. Mais do que discutir técnicas de conservação de forragens, este livro busca evidenciar que a integração entre ciência, manejo e adaptação regional constitui elemento essencial para a construção de sistemas pecuários mais eficientes, sustentáveis e compatíveis com a realidade do semiárido brasileiro.

Referências

ALENCAR, Amanda Maria Silva. *Silagens de sorgo biomassa* BRS 716 *e capim-*BRS *capiaçu associadas com palma forrageira no semiárido mineiro*. 2022. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) — Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG, 2022.

ALMEIDA, Isabella Martins. *Qualidade do queijo produzido com leite de vacas mestiças alimentadas com níveis crescentes de palma forrageira na ensilagem com sorgo biomassa* BRS 716. 2025. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) — Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG, 2025.

ANTUNES, Anselmo Batista. *Silagem de capim-*BRS *capiaçu e milho moído associado com diferentes proporções de palma forrageira*. 2025. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) — Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG, 2025.

BACKSMANN, Clara Francy da Costa. *Características agronômicas e nutricionais de genótipos de sorgo biomassa e suas respectivas silagens na região semiárida*. 2023. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) — Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG, 2023.

BATISTA, Janiquele Soares Silva. *Silagem de capim-elefante cv. BRS Capiaçu com inclusão de diferentes proporções do algodão-de-seda*. 2021. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) — Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG, 2021.

BORREANI, Giorgio; TABACCO, Ernesto; SCHMIDT, Richard J.; HOLMES, Brian J.; MUCK, Richard E. Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. *Journal of Dairy Science*, v. 101, n. 5, p. 3952–3979, 2018.

BRUNKEN, Jere N. A systematic study of Pennisetum sect. Pennisetum *(Gramineae). American Journal of Botany*, v. 64, n. 2, p. 161–176, 1977.

CONTRERAS-PADILLA, Margarita; RODRÍGUEZ-GARCÍA, Mario Enrique; GUTIÉRREZ-CORTEZ, Elsa; VALDERRAMA-BRAVO, María del Carmen; ROJAS-MOLINA, J. Isela; RIVERA-MUÑOZ, Eric M. Physicochemical and rheological characterization of *Opuntia ficus* mucilage at three different maturity stages of cladode. *European Polymer Journal*, v. 78, p. 226-234, 2016.

CORDEIRO, Matheus Wilson Silva; ROCHA JÚNIOR, Vicente Ribeiro; MONÇÃO, Flávio Pinto; PALMA, Marisonia Nery de Novais; RIGUEIRA, João Paulo Sampaio; CARVALHO, Cinara da Cunha Siqueira; COSTA, Mateus Dias; VASCONCELOS D'ANGELO, Maria Fernanda Soares; COSTA, Nelson de Moura; OLIVEIRA, Lucas Iago Santos de. Tropical grass silages with spineless cactus in diets of Holstein × Zebu heifers in the semiarid region of Brazil. *Tropical Animal Health and Production*, v. 55, art. 89, p. 1–23, 2023.

CORDEIRO, Matheus Wilson Silva; ROCHA JÚNIOR, Vicente Ribeiro; MONÇÃO, Flávio Pinto; CORDEIRO, Ana Flávia de Sousa. Silagens de forrageiras tropicais adaptadas às condições do semiárido. *Nucleus Animalium*, v. 13, n. 1, p. 5–25, 2021.

CORDEIRO, Matheus Wilson Silva. *Silagens com palma forrageira para novilhas mestiças leiteiras em região semiárida*. 2021. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) — Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG, 2021.

COSTA, Marco Aurélio Morais Soares. *Produtividade e valor nutricional do Capim-Elefante cv. BRS Capiaçu em diferentes idades de rebrota*. 2020. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) — Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG, 2020.

DOGGETT, Hugh. *Sorghum*. [S.l.]: Longman Scientific & Technical, 1988.

DONATO, Sergio Luiz Rodrigues; ARANTES, Alessandro de Magalhães; BRITO, Cleiton Fernando Barbosa; DONATO, Paulo Pires; SILVA, João Abel da. Considerações sobre o clima semiárido e ecofisiologia da palma forrageira. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 38, n. 296, p. 7–20, 2017.

EMBRAPA. *Sorgo biomassa é ótima opção para geração de energia*. Portal Embrapa, Notícias, 18 nov. 2014. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2246665/sorgo-biomassa-e-otima-opcao-para-geracao-de-energia. Acesso em: 06 out. 2026.

FELKAI-HADDACHE, Lila; DAHMOUNE, Farid; REMINI, Hocine; LEFSIH, Kamel; MOUNI, Lotfi; MADANI, Khodir. Microwave optimization of mucilage extraction from Opuntia ficus-indica Cladodes. *International Journal of Biological Macromolecules*, v. 84, p. 24–30, 2016.

GALVÃO JÚNIOR, José Geraldo Bezerra; SILVA, Jean Berg Alves da; MORAIS, José Hélio Gomes de; LIMA, Roberto Nogueira de. Palma forrageira na alimentação de ruminantes: cultivo e utilização. *Acta Veterinaria Brasilica*, v. 8, n. 2, p. 78–85, 2014.

HORA, Fernanda Ferreira da; ROCHA JÚNIOR, Vicente Ribeiro; MONÇÃO, Flávio Pinto; RIGUEIRA, João Paulo Sampaio; CORDEIRO, Matheus Wilson Silva; CALDEIRA, Luciana Albuquerque; CRUZ, Fernanda Naiara Fogaça da; ALENCAR, Amanda Maria Silva; ALBUQUERQUE, Carlos Juliano Brant; LEAL, Dijair Barbosa; CARVALHO, Cinara da Cunha Siqueira; COSTA, Maria Dulcineia da. Nutritional parameters and performance of crossbred heifers fed with millet and BRS 716 biomass sorghum silages. *Journal of Applied Animal Research*, v. 51, n. 1, p. 74–83, 2023.

JESUS, Mariana Antunes de. *Efeitos do inoculante microbiano e das enzimas fibrolíticas na qualidade fermentativa e no valor nutricional da silagem de capim-BRS capiaçu*. 2021. 41 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) — Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG, 2021.

KUNG JÚNIOR, Limin; SHAVER, Randy D.; GRANT, Rick J.; SCHMIDT, Richard J. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *Journal of Dairy Science*, v. 101, n. 5, p. 4020–4033, 2018.

LOPES, E. B. *Palma forrageira:* cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no semiárido Nordestino. João Pessoa: EMEPA/FAEPA, p. 130, 2012.

MADUREIRA, Mariana Rabelo. *Silagens de forrageiras adaptadas às condições de semiárido na alimentação de novilhas mestiças leiteiras*. 2024. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) — Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG, 2024.

MAGALHÃES, Paulo César; SOUZA, Thiago Corrêa de; SCHAFFERT, Robert Eugene. Ecofisiologia. In: RODRIGUES, José Avelino Santos (ed.). *Cultivo do sorgo*. 9. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção, 2).

MARQUES, Orlando Filipe Costa; GOMES, Lílian Siqueira de Pinho; MOURTHÉ, Mário Henrique França; BRAZ, Thiago Gomes dos Santos; PIRES NETO, Osvaldo de Souza. Palma forrageira: cultivo e utilização na alimentação de bovinos. *Caderno de Ciências Agrárias*, v. 9, n. 1, p. 75–93, 2017.

MAY, André; DURÃES, Frederico Ozanan Machado; PEREIRA FILHO, Israel Alexandre; SCHAFFERT, Robert Eugene; PARRELLA, Rafael Augusto da Costa. Sistema Embrapa de produção agroindustrial de sorgo sacarino para bioetanol: Sistema BRS1G. Sete Lagoas, MG: *Embrapa Milho e Sorgo*, 2013. 120 p. (Documento 139).

McDONALD, Peter; HENDERSON, Nancy e HERON, Shirley. *The biochemistry of silage*. 2. ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340 p.

MONÇÃO, Flávio Pinto; ROCHA JÚNIOR, Vicente Ribeiro; LEAL, Dijair Barbosa; RIGUEIRA, João Paulo Sampaio; CALDEIRA, Luciana Albuquerque; SILVA, Ranney Késia Oliveira de Jesus; ANTUNES, Anselmo Batista; CARVALHO, Cinara da Cunha Siqueira; SANTOS, Alexandre Soares dos; D'ANGELO, Marcos Flávio Silveira Vasconcelos. Impact of mixed forage silage with BRS Capiaçu grass, ground corn, and varying forage palm levels on aerobic stability, fermentation profile, chemical composition, and digestibility. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 53, e20240122, p. 1–16, 2024.

MONÇÃO, Flávio Pinto; ROCHA JÚNIOR, Vicente Ribeiro; SILVA, Jeferson Titonele; JESUS, Natanael Garcia de; MARQUES, Orlando Filipe Costa; RIGUEIRA, João Paulo Sampaio; SALES, Eleuza Clarete Junqueira de; SILVA JÚNIOR, Antônio Augusto Gonçalves; ALVES, Dorismar David; CARVALHO, Cinara da Cunha Siqueira; GOMES, Virgílio Mesquita; LEAL, Dijair Barbosa. Nutritional value of BRS Capiacu grass (Pennisetum purpureum) silage associated with cactus pear. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, v. 10, n. 1, p. 25–29, 2020.

MONÇÃO, Flávio Pinto; COSTA, Marco Aurélio Morais Soares; RIGUEIRA, João Paulo Sampaio; MOURA, Maria Marly de Lourdes Anjos; ROCHA JÚNIOR, Vicente Ribeiro; GOMES, Virgílio Mesquita; LEAL, Dijair Barbosa; MARANHÃO, Cássio Márcio Alves; ALBUQUERQUE, Carlos Juliano Brant; CHAMONE, Julieta Maria Alencar. Yield and nutritional value of BRS Capiaçu grass at different regrowth ages. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 40, n. 5, p. 2045–2056, 2019.

MUCK, Richard E.; NADEAU, Elisabet M. G.; MCALLISTER, Tim A.; CONTRERAS-GOVEA, Francisco E.; SANTOS, Mateus C.; KUNG JÚNIOR, Limin. Silage review: Recent advances and future uses of silage additives. *Journal of Dairy Science*, v. 101, n. 5, p. 3980–4000, 2018.

OLIVEIRA, Isadora Cristina Martins; MENEZES, Cícero Beserra de; PARRELLA, Rafael Augusto da Costa; SCHAFFERT, Robert Eugene. Uso da macho-esterilidade no melhoramento genético de sorgo. Brasília, DF: Embrapa, 2021.

OLIVEIRA, Paulo Victor de Carvalho; ARAÚJO, Tássia Ludmila A. C. de; PINEDO, Laila do Amaral; LIMA JÚNIOR, Dorgival Morais de; ASSIS, Luma Castro da Silva Lima Costa; FIRMINO, Stephany da Silva; PEREIRA, Marcos Wanderson de Fatima; LIMA, Paula de Oliveira. Silagem mista de sorgo e palma forrageira: composição, digestibilidade, fermentação e perdas. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 44, n. 2, p. 929–936, 2023.

OLIVEIRA, Pedro Henrique Alves de. *Silagem mista de palma forrageira e sorgo biomassa na alimentação de vacas mestiças em lactação*. 2025. 77 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) — Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG, 2025.

PARRELLA, Rafael Augusto da Costa; RODRIGUES, José Avelino Santos; TARDIN, Flávio Dessaune; DAMASCENO, Cleusa Maria Barreto; SCHAFFERT, Robert Eugene. Desenvolvimento de híbridos de sorgo sensíveis ao fotoperíodo visando alta produtividade de biomassa. Sete Lagoas: *Embrapa Milho e Sorgo*, 2010. 25 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 28).

PAULA, P. R. P.; NEIVA JÚNIOR, Arnaldo Prata; SOUZA, W. L.; ABREU, M. J. I.; TEIXEIRA, R. M. A.; CAPPELLE, Edilson Rezende; TAVARES, Valdir Botega. Composição bromatológica da silagem de capim-elefante BRS Capiaçu com inclusão fubá de milho. *Pubvet*, v. 14, n. 10, art. a682, p. 1–11, 2020.

PEREIRA, Antônio Vander; LÉDO, Francisco José da Silva; MORENZ, Mirton José Frota; LEITE, José Luiz Bellini; SANTOS, Alexandre Magno Brighenti dos; MARTINS, Carlos Eugênio; MACHADO, Juarez Campolina. BRS Capiaçu: cultivar de capim-elefante de alto rendimento para produção de silagem. Juiz de Fora: *Embrapa Gado de Leite*, 2016. 6 p. (Comunicado Técnico, 79).

PEREIRA, Antônio Vander; LÉDO, Francisco José da Silva; MACHADO, Juarez Campolina. BRS Kurumi and BRS Capiaçu – New elephant grass cultivars for grazing and cut-and-carry system. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, Viçosa, v. 17, n. 1, p. 59–62, 2017.

QUEIROZ, Fausto Expedito de. *Potencial forrageiro da silagem de sorgo biomassa*. 2020. 71 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) — Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG, 2020.

RAMOS, Joyce Cipriana Pacheco; ROCHA JÚNIOR, Vicente Ribeiro; MONÇÃO, Flávio Pinto; PARRELA, Rafael Augusto da Costa; CAXITO, André Mendes; CORDEIRO, Matheus Wilson Silva; HORA, Fernanda Ferreira da; PIRES, Daniel Ananias de Assis. Effect of replacing forage sorghum silage with biomass sorghum silage in diets for F1 Holstein × Zebu lactating cows. *Tropical Animal Health and Production*, v. 53, art. 99, p. 1–12, 2021

RAMOS, Joyce Cipriana Pacheco. *Substituição da silagem de sorgo forrageiro pela silagem de sorgo biomassa na alimentação de vacas mestiças em lactação*. 2020. 54 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) — Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG, 2020.

RIBAS, Wanderson Felipe Gradil; MONÇÃO, Flávio Pinto; ROCHA JÚNIOR, Vicente Ribeiro; MARANHÃO, Cássio Márcio Alves; FERREIRA, Helena de Castro; SANTOS, Alexandre Soares dos; GOMES, Virgílio Mesquita; RIGUEIRA, João Paulo Sampaio. Effect of wilting time and enzymatic-bacterial inoculant on the fermentative profile, aerobic stability, and nutritional value of BRS capiaçu grass silage. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 50, e20200207, p. 1–15, 2021

ROCHA, José Ednaldo da Silva. Palma forrageira no Nordeste do Brasil: estado da arte. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2012. 40 p. (Documentos, 106).

SANTOS, Edson de Moura; ZANINE, Anderson de Moura; OLIVEIRA, Juliana Silva. Produção de silagem de gramíneas tropicais. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, v. 7, n. 7, p. 1–16, 2006.

SANTOS, Leandra Cristina Soares. *Silagens de capim-BRS Capiaçu em diferentes idades de corte e aditivos.* 2024. 47 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG, 2024.

SANTOS, Keitty Fabiany Alves. *Qualidade nutricional, fermentativa e microbiológica das silagens mistas de sorgo biomassa BRS 716 com palma forrageira em região semiárida.* 2026. 62 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) — Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG, 2026.

SILVA, Marcos Felipe Pereira da. *Seleção de genótipos de sorgo forrageiro para ensilagem.* 2025. 72 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) — Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG, 2025.

SILVA, Thieres George Freire da; PRIMO, Janderson do Carmo; MORAIS, José Edson Florentino de; DINIZ, Welson José da Silva; SOUZA, Carlos André Alves de; SILVA, Marcelo José da. Crescimento e produtividade de clones de palma forrageira no semiárido e relações com variáveis meteorológicas. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 28, n. 2, p. 10–18, 2015.

SOUZA, Arianne Freitas Nascimento; ARAÚJO, Gherman Garcia Leal de; SANTOS, Edson de Moura; AZEVEDO, Phellipe Silva de; OLIVEIRA, Juliana Silva; PERAZZO, Alexandre Fernandes; PINHO, Rayanne Mota Sampaio; ZANINE, Anderson de Moura. Carcass traits and meat quality of lambs fed with cactus (Opuntia ficus-indica Mill) silage and subjected to an intermittent water supply. *PLOS ONE*, v. 15, e0231191, p. 1–17, 2020.

SOUZA, Ícaro Daniel Alves dos Santos; ROCHA JÚNIOR, Vicente Ribeiro; MONÇÃO, Flávio Pinto; PARRELA, Rafael Augusto da Costa; CORDEIRO, Matheus Wilson Silva; CARVALHO, Cinara da Cunha Siqueira; RIGUEIRA, João Paulo Sampaio; ASPIAZÚ, Ignacio; SILVA, Fredson Vieira e; DELVAUX JUNIOR, Nelson de Abreu. Yield and nutritional value of biomass sorghum (BRS 716) managed in different row spacing and maturity at harvest in the semiarid region of Brazil. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 42, n. 6, p. 3463–3484, 2021.

SOUZA, Ícaro Daniel Alves dos Santos. *Avaliação de desempenho agronômico e nutricional do sorgo* BRS 716 *em diferentes espaçamentos e idades de corte*. 2021. 45 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) — Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG, 2021.

TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo; MØLLER, Ian Max; MURPHY, Angus. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

WILSON, J. R. Cell wall characteristics in relation to forage digestion by ruminants: review. *The Journal of Agricultural Science*, Cambridge, v. 122, n. 2, p. 173–182, 1994.

Glossário

Acamamento: Tombamento das plantas causado pelo excesso de peso, vento ou fragilidade estrutural, dificultando a colheita e aumentando as perdas no campo.

Ácido acético: Ácido orgânico produzido durante a fermentação da silagem, associado à estabilidade aeróbia e ao controle do crescimento de fungos e leveduras.

Ácido butírico: Ácido orgânico indesejável na silagem, normalmente associado à atividade de bactérias do gênero *Clostridium* e à ocorrência de fermentações inadequadas.

Ácido lático: Principal ácido produzido pelas bactérias ácido-láticas durante a ensilagem, responsável pela rápida redução do pH e pela conservação da massa ensilada.

Ácido málico: Composto orgânico relacionado ao metabolismo CAM da palma forrageira, que participa do armazenamento temporário de carbono.

Ácidos graxos voláteis (AGV): Compostos produzidos principalmente pela fermentação microbiana dos alimentos no rúmen, com destaque para acetato, propionato e butirato, que fornecem energia aos ruminantes.

Aditivo para silagem: Substância adicionada à forragem para favorecer a fermentação, melhorar a conservação ou reduzir as perdas de nutrientes durante o armazenamento.

Aerobiose: Condição em que há presença de oxigênio, podendo favorecer a atividade de microrganismos responsáveis pela deterioração da silagem.

Amido: Carboidrato de reserva presente nos vegetais, utilizado como fonte de energia na alimentação animal e pelos microrganismos do rúmen.

Anaerobiose: Condição de ausência de oxigênio, necessária para o desenvolvimento adequado da fermentação durante a conservação da silagem.

BAL (bactérias ácido-láticas): Microrganismos responsáveis pela fermentação dos carboidratos solúveis e pela produção de ácido lático durante a ensilagem.

Biomassa: Quantidade total de matéria vegetal produzida por uma planta ou cultivo.

Capacidade tampão: Resistência de um material à alteração do pH. Nas forragens, influencia a velocidade e a intensidade da acidificação durante a ensilagem.

Carboidratos não fibrosos (CNF): Fração dos alimentos composta principalmente por açúcares, amido e pectina, que pode fornecer energia rapidamente disponível aos microrganismos ruminais.

Carboidratos solúveis: Açúcares disponíveis para fermentação pelas bactérias ácido-láticas durante a ensilagem.

Carboidratos estruturais: Componentes da parede celular vegetal, principalmente celulose, hemicelulose e lignina, que influenciam a digestibilidade e o aproveitamento da forragem.

CCS (contagem de células somáticas): Indicador relacionado à saúde da glândula mamária e à qualidade sanitária do leite.

Ciclo de Calvin: Etapa da fotossíntese responsável pela fixação do dióxido de carbono e pela formação de compostos orgânicos utilizados no crescimento vegetal.

Cladódios: Estruturas achatadas e suculentas da palma forrageira, popularmente conhecidas como raquetes, que armazenam água e realizam fotossíntese.

Compactação: Processo de compressão da massa ensilada para reduzir a presença de ar e favorecer a fermentação anaeróbia.

Coeficiente de digestibilidade: Proporção de determinado nutriente ingerido que é digerida pelo animal, descontadas as perdas nas fezes.

Conservação de forragens: Conjunto de técnicas utilizadas para preservar a forragem destinada à alimentação animal, como a ensilagem e a fenação.

Consumo de matéria seca: Quantidade de alimento ingerida pelo animal, expressa com base na matéria seca, desconsiderando a água presente no alimento.

CPP (contagem padrão em placas): Indicador microbiológico utilizado para avaliar a qualidade higiênico-sanitária do leite.

Cultivar: Variedade de planta selecionada e identificada por características agronômicas, produtivas ou nutricionais específicas.

Déficit hídrico: Condição em que a disponibilidade de água é insuficiente para atender plenamente às necessidades da planta.

Degradação ruminal: Processo de transformação dos componentes dos alimentos pela ação dos microrganismos presentes no rúmen.

Densidade de compactação: Quantidade de massa ensilada por unidade de volume. A compactação adequada reduz o ar retido e favorece a conservação do material.

Digestibilidade: Capacidade de um alimento ser degradado e aproveitado pelo organismo animal.

Dossel: Parte aérea formada pelo conjunto de folhas e demais estruturas vegetais de uma comunidade de plantas.

Efluentes: Líquidos liberados durante o processo de ensilagem, geralmente associados ao excesso de umidade e à perda de nutrientes solúveis.

Enchimento ruminal: Ocupação física do rúmen pelo alimento. Quando a fibra apresenta baixa digestibilidade, sua permanência no órgão pode limitar o consumo voluntário.

Ensilagem: Processo de conservação de forragens baseado na fermentação anaeróbia da massa vegetal, com o objetivo de preservar seus nutrientes para utilização posterior.

Enzimas fibrolíticas: Enzimas que atuam sobre componentes da parede celular vegetal, como celulose e hemicelulose, podendo favorecer a degradação da fibra.

Estabilidade aeróbia: Capacidade da silagem de permanecer conservada após a abertura do silo e a exposição ao oxigênio, sem apresentar deterioração significativa.

Estádio de maturidade: Fase de desenvolvimento da planta no momento da colheita, que influencia a produtividade, o teor de matéria seca e a qualidade nutricional da forragem.

Estômatos: Estruturas localizadas principalmente nas folhas, responsáveis pelas trocas gasosas entre a planta e o ambiente e pela regulação da perda de água.

Evapotranspiração: Processo que reúne a evaporação da água do solo e a transpiração das plantas para a atmosfera.

FDA (fibra em detergente ácido): Fração fibrosa determinada por análise laboratorial, composta principalmente por celulose e lignina, utilizada na avaliação da qualidade dos alimentos.

FDN (fibra em detergente neutro): Fração que representa grande parte dos componentes estruturais da parede celular vegetal e está relacionada ao enchimento ruminal, à digestibilidade e ao consumo voluntário.

Fermentação anaeróbia: Processo de transformação de compostos orgânicos por microrganismos na ausência de oxigênio.

Fermentação clostridiana: Processo fermentativo indesejável associado à atividade de bactérias do gênero *Clostridium*, que pode produzir ácido butírico e aumentar as perdas de nutrientes.

Fermentação homolática: Tipo de fermentação em que os carboidratos são convertidos predominantemente em ácido lático, favorecendo a rápida redução do pH da silagem.

Fitomassa: Quantidade total de biomassa vegetal produzida por uma planta ou sistema de cultivo.

Fotoperíodo: Duração diária do período de luz percebido pela planta, que pode influenciar processos fisiológicos e o desenvolvimento vegetal.

Ganho médio diário (GMD): Quantidade média de peso corporal que um animal ganha por dia durante determinado período de avaliação.

Hemicelulose: Polissacarídeo estrutural da parede celular vegetal que, junto à celulose e à lignina, influencia a digestibilidade da forragem.

Inoculante microbiano: Produto que contém microrganismos selecionados, geralmente bactérias ácido-láticas, utilizado para direcionar a fermentação e favorecer a conservação da silagem.

Lactação: Período em que a fêmea produz leite após o parto. A produção e a composição do leite são influenciadas pela genética, alimentação, saúde e estágio produtivo.

Lignificação: Processo de deposição de lignina nos tecidos vegetais, aumentando a rigidez das estruturas e reduzindo a digestibilidade da fibra.

Lignina: Componente estrutural da parede celular vegetal que confere rigidez aos tecidos e limita a digestão da fibra pelos microrganismos ruminais.

Matéria fresca: Massa total do alimento ou da planta, incluindo a água presente em sua composição.

Matéria mineral: Fração inorgânica do alimento, constituída principalmente pelos minerais remanescentes após a incineração da amostra em análise laboratorial.

Matéria orgânica (MO): Fração da matéria seca constituída pelos compostos orgânicos do alimento, geralmente calculada pela diferença entre matéria seca e matéria mineral.

Matéria seca (MS): Fração do alimento que permanece após a remoção da água. É utilizada para expressar a composição nutricional e o consumo de alimentos.

Metabolismo CAM: Mecanismo fisiológico presente em plantas como a palma forrageira, caracterizado pela abertura predominante dos estômatos durante a noite, contribuindo para maior eficiência no uso da água.

Metabolismo C4: Mecanismo fotossintético presente em plantas como o sorgo e o capim-elefante, associado à elevada eficiência fotossintética em ambientes quentes e com alta luminosidade.

Metabolismo energético: Conjunto de processos pelos quais o organismo transforma os nutrientes em energia para manutenção, crescimento, reprodução e produção animal.

Microbiota ruminal: Comunidade de bactérias, protozoários, fungos e outros microrganismos que participam da fermentação dos alimentos no rúmen.

Mucilagem: Substância viscosa presente na palma forrageira, constituída por polissacarídeos com elevada capacidade de retenção de água.

NDT (nutrientes digestíveis totais): Indicador utilizado para estimar o valor energético dos alimentos a partir da contribuição de seus nutrientes digestíveis.

Nitrogênio amoniacal ($N\text{-}NH_3$): Forma de nitrogênio presente na silagem, resultante principalmente da degradação de compostos nitrogenados durante a fermentação. Sua concentração auxilia na avaliação da qualidade fermentativa.

$N\text{-}NH_3$/NT: Relação entre o nitrogênio amoniacal e o nitrogênio total, utilizada como indicador da degradação de compostos nitrogenados durante a conservação da silagem.

NUL (nitrogênio ureico no leite): Indicador relacionado ao metabolismo proteico e à eficiência de utilização do nitrogênio pelos animais em lactação.

Palatabilidade: Conjunto de características do alimento que influenciam sua aceitação e seu consumo pelos animais.

Parênquima suculento: Tecido vegetal rico em água, encontrado em plantas como a palma forrageira e associado ao armazenamento hídrico.

Pastejo direto: Sistema de alimentação em que os animais consomem a forragem diretamente no campo.

pH: Medida da acidez ou alcalinidade de um material. Na silagem, sua redução contribui para inibir microrganismos indesejáveis e preservar o alimento.

Perdas fermentativas: Redução da quantidade ou do valor nutritivo da forragem durante a fermentação, decorrente da transformação dos nutrientes em gases, líquidos e outros produtos.

Proteína bruta (PB): Estimativa do conteúdo proteico do alimento calculada a partir do teor de nitrogênio total, utilizando um fator de conversão.

Qualidade fermentativa: Conjunto de características químicas e microbiológicas que indicam se a fermentação ocorreu adequadamente e se o material foi bem conservado.

Rendimento de matéria seca: Quantidade de matéria seca produzida por unidade de área, geralmente expressa em toneladas por hectare.

Silo: Estrutura ou recipiente destinado ao armazenamento e à conservação de forragens submetidas à ensilagem.

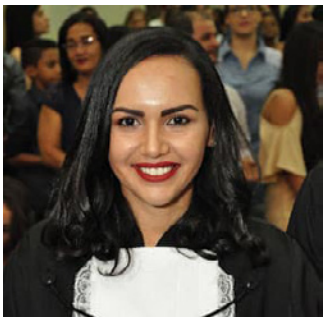
Silagem mista: Alimento conservado por ensilagem produzido pela associação de duas ou mais matérias-primas forrageiras, com o objetivo de combinar suas características nutricionais e fermentativas.

Subproduto agroindustrial: Material resultante do processamento industrial de produtos agrícolas que pode ser aproveitado na alimentação animal, conforme sua composição e segurança de uso.

Valor nutritivo: Capacidade de um alimento de fornecer nutrientes aproveitáveis pelo animal, considerando sua composição química, digestibilidade e disponibilidade energética.

Vedação do silo: Fechamento que impede a entrada de ar e água na massa ensilada, contribuindo para a manutenção das condições necessárias à conservação.

Sobre os Autores



Maria Catiane Araújo Silva Veloso

Graduada em Zootecnia (2016) e mestre em Zootecnia (2019) pela Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes). Atualmente, é doutoranda do Programa de Pós-Graduação Associado em Zootecnia (PPGAZ) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) e da Unimontes.



João Paulo Sampaio Rigueira

Graduado em Zootecnia (2005) e mestre em Zootecnia (2007) pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Possui doutorado sanduíche pela University of Delaware (2010) e Universidade Federal de Viçosa (2011). Atualmente é professor do departamento de Ciências Agrárias da Unimontes e membro permanente do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPGZ) e do Programa de Pós-Graduação Associado em Zootecnia (PPGAZ).



Flávio Pinto Monção

Graduado em Zootecnia pela Universidade Federal da Grande Dourados (2011); mestre em Zootecnia pela Universidade Estadual de Montes Claros (2013), doutor em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista (2017) e pós-doutorado pela Capes e CNPq. Foi coordenador adjunto do Programa de Pós-Graduação em zootecnia

(PPGZ) da Unimontes (2023-2025). Atualmente é professor do Departamento de Ciências Agrárias da Unimontes e membro permanente do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPGZ) e do Programa de Pós-Graduação Associado em Zootecnia (PPGAZ).



Vicente Ribeiro Rocha Júnior

Graduado em Medicina Veterinária pela Universidade Federal de Minas Gerais (1996), mestre em Zootecnia pela Universidade Federal de Minas Gerais (1999) e doutor em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa (2002). Atualmente, é professor do Departamento de Ciências Agrárias da Unimontes, membro permanente do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPGZ) e do Programa de Pós-Graduação Associado em Zootecnia (PPGAZ). Tem experiência na área de Zootecnia, com ênfase em avaliação de alimentos e nutrição de animais ruminantes.