



Uema
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO MARANHÃO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO – UEMA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS – CCA
CURSO DE ZOOTECNIA

DANIELLE RODRIGUES DE SOUSA

**COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DA SILAGEM DE CAPIM CAPIAÇU
(*Cenchrus purpureus*) SOB DIFERENTES TEMPOS DE EMURCHECIMENTO**

SÃO LUIS-MA

2025

DANIELLE RODRIGUES DE SOUSA

**COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DA SILAGEM DE CAPIM CAPIAÇU
(*Cenchrus purpureus*) SOB DIFERENTES TEMPOS DE EMURCHECIMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Zootecnia da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, para obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. William de Jesus Ericeira Mochel Filho.

SÃO LUIS- MA

2025


DANIELLE RODRIGUES DE SOUSA

**COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DA SILAGEM DE CAPIM CAPIAÇU
(*Cenchrus purpureus*) SOB DIFERENTES TEMPOS DE EMURCHECIMENTO.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Zootecnia da Universidade Estadual
do Maranhão – UEMA, para obtenção do grau
de Bacharel em Zootecnia.


Aprovada em: 14/02/2025

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **WILLIAM DE JESUS ERICEIRA MOCHEL FILHO**
Data: 20/02/2025 11:56:43-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


Prof. Dr. William de Jesus Ericeira Mochel Filho (Orientador)

Doutor em Zootecnia - Forragicultura
Universidade Estadual do Maranhão

Documento assinado digitalmente
 **VALERIA XAVIER DE OLIVEIRA APOLINARIO**
Data: 20/02/2025 12:34:24-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Valéria Xavier de Oliveira Apolinário

Doutora em Zootecnia - Forragicultura
Universidade Estadual do Maranhão

Documento assinado digitalmente
 **MARIA INEZ FERNANDES CARNEIRO**
Data: 20/02/2025 16:35:43-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Maria Inez Fernandes Carneiro

Doutora em Zootecnia
Universidade Estadual do Maranhão

Sousa, Danielle Rodrigues de.

Composição bromatológica da silagem capim capiaçu (*Cenchrus purpureus*) sob diferentes tempos de emurchecimento./ Danielle Rodrigues de Sousa. São Luís- MA, 2025.

35p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Graduação em Zootecnia Bacharelado) Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, São Luís - MA, 2025.

Orientador: Prof. Dr. William de Jesus Ericeira Mochel Filho.

1. Conservação de Forragem. 2. Ensilagem. 3. Valor Nutritivo. I.Título.

CDU:636.085.51

Elaborado por Luciana de Araújo - CRB 13/445

DEDICO

A Deus, por me fortalecer. A meu pai, Milton Ricardo de Sousa (*in memoriam*), cuja alegria pela minha aprovação neste curso me impulsionou a seguir em frente. Tenho a certeza de que ele estaria imensamente feliz com a conclusão desta etapa. A minha mãe, Elizângela Craveiro, por ser meu combustível e estar sempre comigo. Amo vocês para sempre.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me guiar com sabedoria, me fortalecer nos momentos difíceis e me permitir concluir mais essa etapa da minha vida.

À minha mãe, Elizangela Craveiro, e aos meus avós, Raimunda Alves e Mamedio Cunha, obrigada por todo o esforço, por sempre me acolherem com amor e por serem meu porto seguro. Agradeço profundamente pelo apoio incondicional, pela paciência e por todo o carinho que me deram ao longo dessa jornada.

À minha tia, Nilza Pereira de Sousa, por me acolher. Sua generosidade, apoio e carinho foram fundamentais para que eu pudesse concluir essa etapa tão importante da minha vida. Sou imensamente grata por tudo que fez por mim.

À minha família, por me apoiar e ser meu ponto de equilíbrio, em especial à minha segunda mãe, Maria Rodrigues, à minha irmã Hanna Ellen Rodrigues, à minha madrinha Darlane Linhares e à minha tia Maria do Amparo Linhares. Aos meus tios, Fagner Rodrigues e Edinelson Craveiro, obrigada por cada esforço feito em cada ida e vinda para casa.

Às minhas crianças, Nycolas Emanuel de Sousa, Maria Isis Linhares e Thamyres Linhares, que são minha fonte de amor e afeto.

À Gislayne Barcelos, minha M/banda, “Gosto de pensar que todos nós possuímos uma alma gêmea no mundo, e que as vezes ela não vem em forma de um amor passionnal, mas de uma forma mais singela e bonita. Talvez até mais verdadeira.” Obrigada por ser exatamente isso para mim, pelo cuidado e apoio durante a graduação.

À família Barcelos - Maria Roberta, Franklim e Giselle -, que me acolheram desde 2019. Obrigada por cada momento juntos, por cada conversa, por cada gargalhada. Amo vocês, e serei eternamente grata.

Aos meus amigos Gislayne Barcelos, João Victor Amorim e Dudma Junior, que estiveram ao meu lado desde o início dessa jornada, tornando cada desafio mais leve e cada conquista mais significativa. Obrigada por todos os momentos compartilhados. Vocês foram fundamentais para que eu chegasse até aqui. Ao meu amigo, Luis Carlos Ferreira por todo carinho e cuidado, e por me socorrer diversas vezes, obrigada.

Aos queridos, Luiza Elói, Manuely Gomes, Bruna Letícia, Lauriston Silva, Alisson Santos, Rayssa lima, Davilly Sousa, Gabriel Cavalcante e Kayron Silva, por terem me ajudado em algum momento da execução desse trabalho.

À meu orientador, William Mochel, gratidão pela paciência, apoio e incentivo durante todas as etapas deste trabalho.

Aos colaboradores do Laboratório de Nutrição Animal e Bromatologia, Sr. Dorgival e Gabriela, meu agradecimento pelo apoio e pela ajuda prestada durante a realização deste trabalho.

Agradeço, com imensa gratidão, a todos os professores que fizeram parte da minha trajetória acadêmica durante a graduação. Suas valiosas contribuições, ensinamentos e orientações foram fundamentais para a construção do meu conhecimento e profissional e pessoal.

À banca, Professora Valéria Apolinário e Prof. Maria Inez Fernandes, por terem aceitado fazer parte deste momento e por serem inspirações e exemplos de profissionais, durante toda a graduação.

Entrega o teu caminho ao Senhor, confia n'Ele, e Ele tudo fará.

Salmos 37:5

RESUMO

A conservação de forragem sob a forma de silagem tem sido amplamente utilizada pelos produtores para garantir um alimento de boa qualidade que supra as necessidades dos animais, especialmente em períodos de estiagem. O BRS Capiaçú destaca-se pela elevada produtividade e pelo valor nutritivo da forragem. Assim, este trabalho teve como objetivo estimar a composição bromatológica da silagem de capim BRS Capiaçú submetida a diferentes tempos de emurchecimento. O experimento foi conduzido na Unidade Produção Animal da Zootecnia -UNIPAZ, localizada na Universidade Estadual do Maranhão- UEMA, em São Luis- MA. O experimento foi implantado em 2022, em uma área de 1.501m² em delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco repetições. O experimento iniciou em 2023 com duração de onze meses. Os tratamentos consistiram na ensilagem do capim Capiaçú (*Cenchrus purpureus*) após quatro períodos distintos de emurchecimento (0h, 2h, 4h e 6h), sendo armazenados por dez meses. Foram analisadas os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), além da produção de efluentes. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e análise de regressão com um nível de 5% de probabilidade utilizando o pacote estatístico R (2024). Para as análises realizadas, foram encontrados os seguintes resultados: O pH não apresentou diferença significativa entre os tempos de emurchecimento de 0h, 2h, 4h e 6h, com valores respectivos de 3,73; 3,61; 3,30 e 3,76. O teor de matéria seca (MS%) e a perda por efluentes (kg/t) apresentaram diferenças entre os tempos de emurchecimento de 0h, 2h, 4h e 6h. Os valores observados para MS foram 16%, 16%, 25% e 29%, respectivamente, enquanto as perdas por efluentes foram de 59, 58, 48 e 44 kg/t. Não foram observadas diferenças significativas entre os tempos de emurchecimento de 0h, 2h, 4h e 6h para os teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). Os valores encontrados foram: PB (%) – 4,9; 4,5; 5,4; 4,4; FDN (%) – 81,3; 82,1; 82,4; 81,1; e FDA (%) – 60,5; 60,0; 59,5; 65,5. Os resultados indicaram que o aumento do tempo de emurchecimento promoveu elevação significativa nos teores de matéria seca da silagem e reduziu a produção de efluentes, contribuindo para minimizar perdas nutricionais. No entanto, não foram observadas variações expressivas nos teores de proteína bruta e frações fibrosas entre os tratamentos. Portanto, conclui-se que adotar o emurchecimento de quatro a seis horas pode ser uma estratégia eficaz para melhorar a conservação da silagem sem comprometer sua composição químico-bromatológica.

Palavras-chave: conservação de forragem; ensilagem; valor nutritivo.

ABSTRACT

Forage preservation in the form of silage has been widely used by producers to ensure good quality food that meets the needs of animals, especially during periods of drought. BRS Capiaçú stands out for its high productivity and nutritional value. Thus, this study aimed to estimate the bromatological composition of BRS Capiaçú grass silage subjected to different wilting times. The experiment was conducted at the Animal Production Unit of Animal Science -UNIPAZ, located at the State University of Maranhão - UEMA, in São Luis - MA. The experiment was implemented in 2022, in an area of 1,501 m² in a completely randomized experimental design, with five replicates. The experiment began in 2023 and lasted eleven months. The treatments consisted of ensiling Capiaçú grass (*Cenchrus purpureus*) after four distinct wilting periods (0h, 2h, 4h and 6h), being stored for ten months. The dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) contents, in addition to effluent production, were analyzed. The results obtained were subjected to analysis of variance (ANOVA) and regression analysis with a 5% probability level using the statistical package R (2024). For the analyzes performed, the following results were found: The pH showed no significant difference between the wilting times of 0h, 2h, 4h and 6h, with respective values of 3.73; 3.61; 3.30 and 3.76. The dry matter content (DM%) and effluent loss (kg/t) showed differences between the wilting times of 0h, 2h, 4h and 6h. The values observed for DM were 16%, 16%, 25% and 29%, respectively, while effluent losses were 59, 58, 48 and 44 kg/t. No significant differences were observed between the wilting times of 0h, 2h, 4h and 6h for the contents of crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF). The values found were: CP (%) – 4.9; 4.5; 5.4; 4.4; NDF (%) – 81.3; 82.1; 82.4; 81.1; and ADF (%) – 60.5; 60.0; 59.5; 65.5. The results indicated that the increase in wilting time promoted a significant increase in the dry matter contents of the silage and reduced the production of effluents, contributing to minimize nutritional losses. However, no significant variations were observed in the crude protein and fibrous fractions contents between treatments. Therefore, it is concluded that adopting a wilting period of four to six hours may be an effective strategy to improve silage conservation without compromising its chemical and bromatological composition.

Keywords: forage conservation; silage; nutritional value.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1.** Média mensal da precipitação (mm) e temperatura (°C) do ano de 2023 em São Luís, MA..... 20
- Figura 2.** Croqui da área experimental da capineira na Unidade de Produção Animal da Zootecnia- UNIPAZ - São Luís, MA.....21
- Figura 3.** Variação do pH ao longo do tempo. Os pontos representam os valores experimentais, e a linha corresponde à regressão linear ajustada aos dados24
- Figura 4.** Variação do teor de matéria seca (%) ao longo do tempo. Os pontos representam os valores experimentais, e a linha corresponde à regressão linear ajustada aos dados.....26
- Figura 5.** Variação do teor de proteína bruta (%) ao longo do tempo. Os pontos representam os valores experimentais, e a linha corresponde à regressão linear ajustada aos dados 27
- Figura 6.** Variação do teor de Fibra em Detergente Neutro (FDN, %) ao longo do tempo. Os pontos representam os valores experimentais, e a linha corresponde à regressão linear ajustada aos dados.....28
- Figura 7.** Variação do teor de Fibra em Detergente Àcido (FDA, %) ao longo do tempo. Os pontos representam os valores experimentais, e a linha corresponde à regressão linear ajustada aos dados.....29
- Figura 8.** Perda de efluente (kg/T de matéria verde) em função do tempo de emurhecimento (h) da silagem de capim capiaçu.....30

LISTA DE SIGLAS

- **PE** - Produção de efluentes (kg/t material verde)
- **Pab** - Peso do conjunto (silo + areia + pano) na abertura (kg)
- **Pen** - Peso do conjunto (silo + areia + pano) na ensilagem (kg)
- **MVfe** - Massa verde do material ensilado (kg)
- **UEMA** – Universidade Estadual do Maranhão
- **PB**- Proteína Bruta
- **MS**- Matéria Seca
- **FDN**- Fibra em Detergente Neutro
- **FDA**- Fibra em Detergente Ácido

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 A importância do capim BRS Capiacu na produção de forragem de alta qualidade	16
2.2. Processo de Ensilagem e o Papel do Emurhecimento	17
3 OBJETIVOS	18
3.1 Geral	18
3.2 Específicos:	18
4 METODOLOGIA	18
4.1 Localização da área experimental	18
4.2 Confeção dos minis silos	21
4.3 Processo de Ensilagem	21
4.4 Análises Laboratoriais	21
4.5 Análise de pH	21
4.6 Produção de Efluentes	22
4.7 Composição químico-bromatológica	22
4.8 Análises Estatísticas	23
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
6 CONCLUSÃO	31
REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

Grande parte do volumoso utilizado na alimentação animal é proveniente de gramíneas tropicais. No entanto, a produção dessas forrageiras é diretamente afetada pela sazonalidade climática característica das regiões tropicais, que resulta em períodos de déficit hídrico ao longo do ano (Paula *et al*, 2020). Essa variabilidade na disponibilidade de água compromete tanto a quantidade quanto a qualidade do volumoso ofertado, evidenciando a necessidade de estratégias que mitiguem os impactos dessa oscilação e assegurem a eficiência na nutrição animal.

Para que sejam supridas as necessidades dos animais, as plantas precisam expressar toda sua capacidade de produção de biomassa com altos valores de nutrientes (Da Rosa *et al*, 2019). Como forma de garantir, uma alternativa para suplementação volumosa, a Embrapa desenvolveu a cultivar de capim-elefante BRS Capiaçú, com elevado potencial de produção e bom valor nutritivo, visando à utilização na forma de silagem ou picado verde. Além disso, a BRS Capiaçú destaca-se por apresentar maior produção de matéria seca a um menor custo em relação ao milho e a cana-de-açúcar (Pereira *et al*, 2017).

A utilização da silagem como forma de conservação de forragem tem se destacado entre os produtores, pois permite disponibilizar alimento de qualidade que atende às necessidades nutricionais dos animais, especialmente nos períodos críticos em que a oferta de alimentos é insuficiente ou de baixa qualidade (Bergamaschine *et al.*, 2006). Além disso, esse método possibilita o aproveitamento do excedente de forragem produzido durante o verão, otimizando os recursos disponíveis.

A ensilagem consiste em um processo de conservação de forragem no estado úmido, baseado na fermentação realizada por bactérias produtoras de ácido láctico (Pereira *et al*, 2008). Essas bactérias promovem a redução do pH, criando um ambiente que inibe o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis e preserva o material por longos períodos. Essa técnica é particularmente eficiente para armazenar o excedente de produção da época das águas, garantindo sua utilização durante os períodos de seca, quando a disponibilidade de volumoso é mais limitada.

Gramíneas colhidas em estágios mais jovens apresentam maior valor nutricional, mas essa característica está associada a um elevado teor de umidade, que, combinado ao alto poder tampão dessas plantas, resulta em silagens de qualidade inferior (Mota *et al.*, 2012; Van Soest, 1994). De acordo com McDonald (1991), a ensilagem de plantas com elevado teor de umidade pode levar à produção excessiva de efluentes, os quais carregam nutrientes altamente digestíveis, açúcares e ácidos orgânicos, reduzindo significativamente o valor

nutritivo do material conservado. Para minimizar essas perdas, é possível adotar práticas como o emurhecimento e o uso de aditivos que absorvem a umidade.

O emurhecimento, em particular, é uma técnica eficiente para reduzir o teor de umidade das gramíneas, contribuindo para a melhoria da qualidade da silagem (Ferrari Júnior e Lavezzo, 2001; Loures *et al.*, 2005; Bergamaschine *et al.*, 2006; Carvalho *et al.*, 2008). Contudo, períodos prolongados de emurhecimento podem resultar no consumo excessivo de carboidratos solúveis devido à respiração da forragem, comprometendo a degradabilidade dos nutrientes. Isso ocorre em função de alterações nos componentes fibrosos e do aumento na população de fungos e leveduras no material ensilado (Vieira *et al.*, 2007).

O capim BRS Capiáçu tem se destacado tanto pela alta produtividade quanto pelo valor nutritivo de sua forragem. Entretanto, devido ao alto teor de umidade das plantas colhidas precocemente, a silagem produzida tende a apresentar qualidade limitada. Nesse contexto, a prática do emurhecimento é uma estratégia promissora para aumentar o teor de matéria seca da massa ensilada, otimizando a conservação e o valor nutricional do material. Assim, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade e a composição químico-bromatológica da silagem de capim BRS Capiáçu submetido a diferentes tempos de emurhecimento.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A importância do capim BRS Capiaçú na produção de forragem de alta qualidade

A produção de forragem de alta qualidade é um dos principais pilares para garantir a sustentabilidade e a viabilidade econômica da pecuária, especialmente em sistemas de produção intensivos que exigem maior eficiência no uso de recursos. A escolha de gramíneas forrageiras adequadas desempenha um papel essencial nesse contexto, contribuindo para o aumento da produtividade animal e a redução de custos de alimentação. Entre as gramíneas tropicais, o capim BRS Capiaçú (*Cenchrus purpureus*) destaca-se por sua elevada capacidade produtiva, excelente valor nutricional e ampla adaptabilidade às condições edafoclimáticas, sendo especialmente promissor para a produção de silagem (EMBRAPA, 2020).

O capim-elefante (*Cenchrus purpureus*) é amplamente reconhecido como uma das forrageiras mais importantes nas regiões tropicais e subtropicais do mundo, devido à sua alta produtividade e versatilidade de uso (Da Rosa *et al.*, 2019). Nesse contexto, a cultivar BRS Capiaçú, desenvolvida pela Embrapa Gado de Leite, surgiu como uma inovação voltada para atender às demandas de sistemas de produção animal intensivos e semi-intensivos. Essa cultivar combina alta produção de biomassa com valor nutricional superior e resistência a adversidades climáticas, características que a tornam uma alternativa estratégica para produtores que buscam maior eficiência na alimentação de ruminantes (EMBRAPA, 2020).

Entre os principais diferenciais do BRS Capiaçú está sua elevada produtividade de matéria seca, que pode atingir uma média de 50 toneladas por hectare ao ano, superando culturas como o milho e a cana-de-açúcar (Pereira *et al.*, 2016). Essa característica é especialmente relevante em sistemas intensivos, onde a demanda por volumoso de qualidade é alta. Além disso, a cultivar apresenta crescimento alto e ereto, resistência ao acamamento e maior longevidade, fatores que contribuem para a redução de perdas durante o manejo e a colheita (Da Rosa *et al.*, 2019).

A produção de silagem é um dos usos mais destacados do capim BRS Capiaçú, graças à sua composição química e ao elevado teor de nutrientes, que favorecem o processo de fermentação e resultam em silagens de excelente qualidade. Segundo Oliveira *et al.* (2022), a silagem de BRS Capiaçú apresenta alta digestibilidade e valores energéticos adequados para atender às exigências nutricionais de ruminantes, contribuindo para o aumento da eficiência alimentar e do desempenho produtivo dos animais. Essas características tornam a cultivar uma opção viável, especialmente em períodos de estiagem, quando a disponibilidade de pastagens naturais é limitada.

Outro aspecto relevante é a adaptabilidade do BRS Capiáçu a diferentes condições edafoclimáticas. A cultivar demonstra boa performance em solos de baixa fertilidade e em climas quentes, desde que manejada adequadamente com práticas como adubação e irrigação suplementar (Pereira *et al.*, 2016). Essa versatilidade permite sua utilização em diversas regiões do Brasil e de outros países tropicais, ampliando as possibilidades de integração em sistemas de produção pecuária. Além disso, a cultivar pode ser utilizada tanto para o fornecimento de forragem fresca quanto para a ensilagem, proporcionando flexibilidade aos produtores (EMBRAPA, 2020).

A sustentabilidade associada ao uso do capim BRS Capiáçu também merece destaque. A alta produtividade por área contribui para a redução da pressão sobre áreas de cultivo, favorecendo a preservação de ecossistemas naturais. Ademais, sua eficiência no uso de recursos pode auxiliar na mitigação de impactos ambientais relacionados à pecuária, como a emissão de gases de efeito estufa (Oliveira *et al.*, 2022).

Portanto, o BRS Capiáçu é uma ferramenta estratégica para a pecuária moderna, unindo alto desempenho produtivo, qualidade nutricional e sustentabilidade. Sua adoção nos sistemas de produção é um exemplo de como a inovação tecnológica pode atender às demandas atuais da agropecuária, promovendo a viabilidade econômica e a preservação ambiental de forma integrada.

2.2. Processo de Ensilagem e o Papel do Emurchecimento

O processo de ensilagem consiste na fermentação de culturas forrageiras para sua preservação como silagem destinada à alimentação animal. O sucesso deste processo depende de diversos fatores, incluindo as características da cultura, condições ambientais e práticas de manejo. Nesse contexto, o emurchecimento desempenha um papel fundamental, particularmente em culturas com alto teor de umidade, como é o caso do capim BRS Capiáçu.

O emurchecimento é uma etapa que visa reduzir o teor de umidade da forragem, promovendo um aumento no conteúdo de matéria seca (MS), essencial para uma fermentação adequada. Estudos indicam que silagens com maior conteúdo de MS apresentam melhor conservação. Por exemplo, em alfafa, silagens com MS superior a 360 g/kg foram preservadas de maneira mais eficiente (Lin *et al.*, 1992). Da mesma forma, o emurchecimento de algas por 24 a 48 horas demonstrou-se benéfico antes da ensilagem, melhorando os parâmetros de fermentação (Cabrita *et al.*, 2017). Esses achados reforçam a importância da secagem prévia em culturas com elevado teor de água, como o capim Capiáçu.

Durante o processo de ensilagem, ocorrem dinâmicas microbianas complexas. Inicialmente, as populações de Bactérias Lácticas (BAL's) são baixas e variáveis, mas aumentam significativamente durante as etapas de corte e emurchecimento (Lin *et al.*, 1992). A sucessão das espécies de BAL's durante a fermentação é um fator crítico para a qualidade da silagem. No caso da silagem de capim-elefante, a fermentação foi caracterizada pela presença de espécies como *Lactobacillus sakei*, grupo *L. plantarum*, *Pediococcus pentosaceus* e *L. brevis* (Amaral *et al.*, 2020).

A combinação de práticas adequadas, como o emurchecimento controlado é fundamental para otimizar a qualidade bromatológica da silagem de capim Capiáçu. Alcançar o teor ideal de MS não apenas favorece a fermentação láctica, mas também minimiza as perdas de nutrientes e aumenta a estabilidade aeróbica, aspectos cruciais para a conservação e utilização da silagem como fonte de alimento de qualidade para os animais. Assim, investigações que explorem diferentes tempos de emurchecimento para o capim BRS Capiáçu podem oferecer subsídios valiosos para o desenvolvimento de estratégias mais eficientes e sustentáveis de produção de silagem.

3 OBJETIVOS

3.1 Geral

Avaliar a qualidade e a composição químico-bromatológica da silagem de capim Capiáçu submetido a diferentes tempos de emurchecimento.

3.2 Específicos:

- Estimar o pH e a produção de efluentes da silagem de capim Capiáçu submetido a diferentes tempos de emurchecimento;
- Estimar a composição bromatológica da silagem de capim Capiáçu submetido a diferentes tempos de emurchecimento.

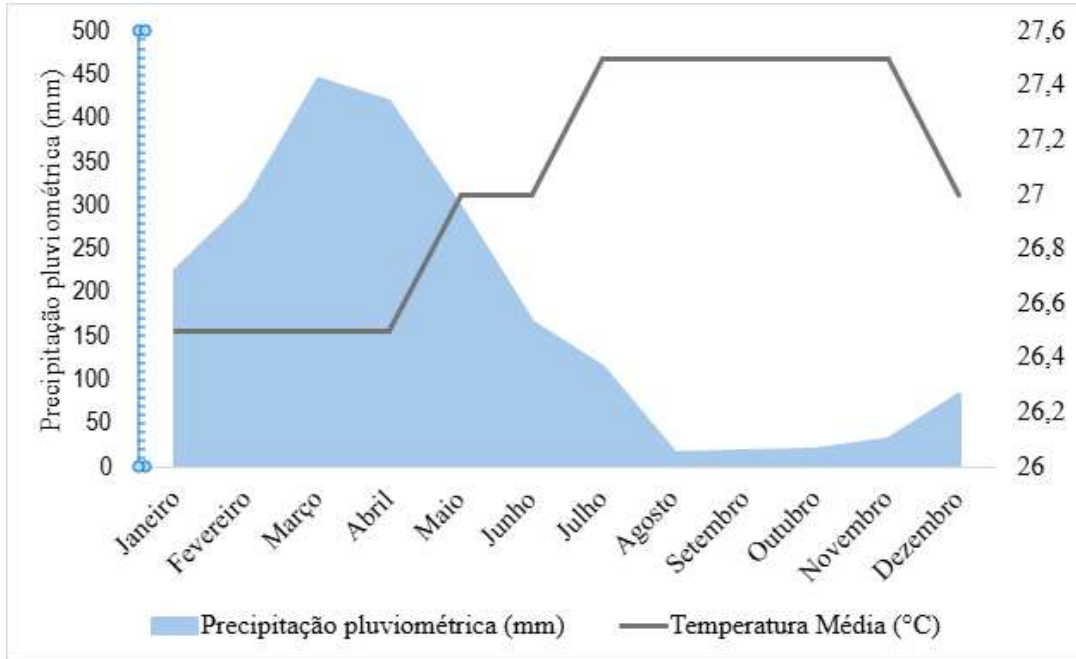
4 METODOLOGIA

4.1 Localização da área experimental

A pesquisa foi conduzida na Unidade de Produção Animal da Zootecnia- UNIPAZ, localizada na Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) em São Luís – MA, Brasil. Localizado nas Coordenadas Geográficas 2°34'41,8" S de latitude e 44°16'50.4" W de longitude a 17 m ao nível do mar.

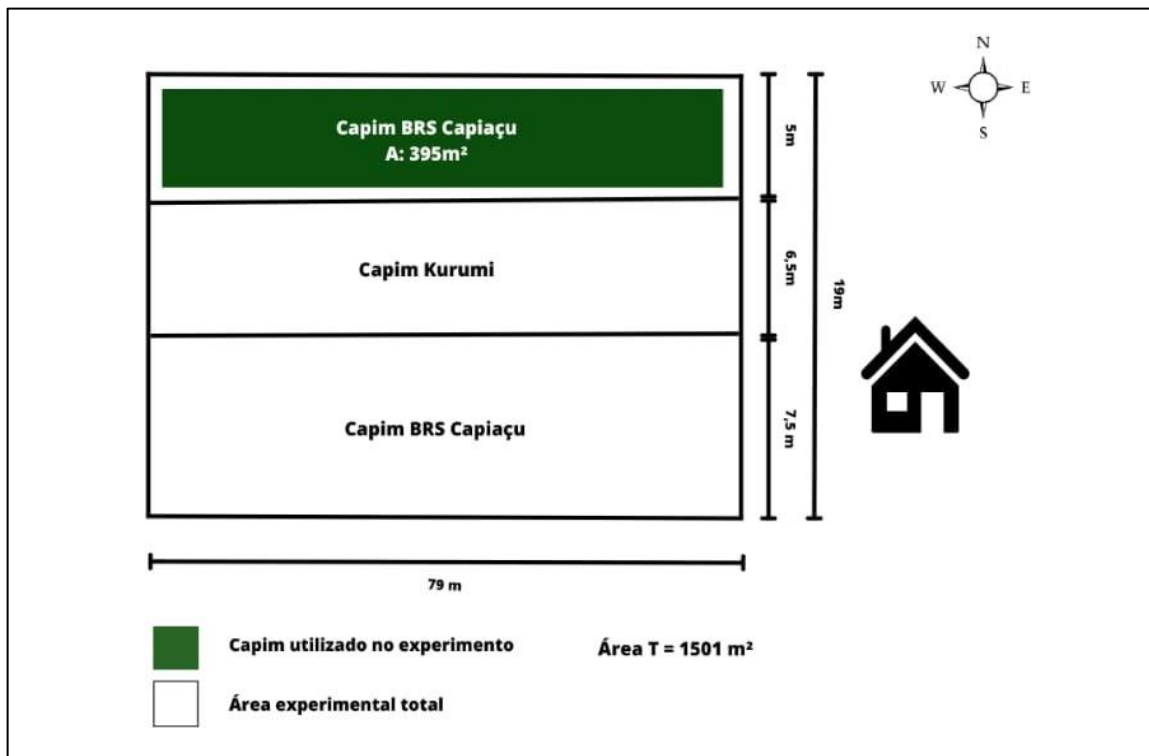
O clima da região é do tipo Aw, segundo Köppen(1948). A temperatura média anual é de 27°C, e uma média de precipitação de 2.150 mm ano⁻¹.

Figura 1. Média mensal da precipitação (mm) e temperatura (°C) do ano de 2023 em São Luís, MA.



A área experimental total possui 1.501m², em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco repetições (Figura 2). A área útil do experimento, possui 395 m², sendo 5 fileiras de 79 m de comprimento, com espaçamento de 1m entre as fileiras e 0,20m entre plantas. Os tratamentos constituíram da ensilagem do capim Capiacu (*Pennisetum purpureum* Schum) após quatro diferentes horas de emurchecimento (0h, 2h, 4h, 6h) com quatro repetições. O experimento teve duração de 11 meses.

Figura 2. Croqui da área experimental da capineira na Unidade de Produção Animal da Zootecnia- UNIPAZ - São Luís, MA.



Fonte: Elaborado pelo autor

O experimento teve início em 2022, para o preparo da área, foi realizada uma dessecação antecipada, para remover toda a vegetação. Foi realizada uma análise de solo e com base no resultado, foi aplicado calcário para correção do solo. O plantio sucedeu-se 98 dias após a limpeza, em sulcos de profundidade de 0-20cm, de forma manual, com espaçamento de 0,20m entre colmos e 1,0m entre sulcos, seguindo a recomendação da EMBRAPA (EMBRAPA, 2021).

Para a adubação de plantio utilizou-se 4,5 kg de P₂O₅/sulco, 600g de Potássio (K)/sulco. A adubação de cobertura foi realizada a lanço e sucedeu-se quando as plantas atingiram 0,50m de altura, onde foi aplicado 1,748kg de adubação nitrogenada.

Previamente ao início do experimento, foi efetuado um corte de uniformização. A adubação de cobertura nitrogenada foi implementada com a aplicação de ureia (fonte de nitrogênio), totalizando 1,705 Kg, fracionados em duas aplicações: a primeira, imediatamente após o corte de uniformização, e a segunda, 30 dias após a primeira.

4.2 Confeção dos minis silos

Os mini-silos foram confeccionados em tubo de PVC composto de um segmento de 500,0 mm de comprimento e 100,0 mm de diâmetro. As tampas foram vedadas na parte externa com fita adesiva, a fim de evitar a entrada de ar. Para escape dos gases, foram efetuadas perfurações na tampa e colocado mangueira de PVC tipo espaguete, de aproximadamente 0,10m vedadas com durepox e feito um pequeno furo.

4.3 Processo de Ensilagem

As forragens foram colhidas quando as plantas atingiram a idade de 70 dias, a partir do corte de uniformização. As plantas foram cortadas manualmente, com auxílio de facão, a uma altura de 10 cm do solo. As plantas foram separadas e expostas ao sol por 0h, 2h, 4h e 6h, para que fossem emurchecidas. Posteriormente, foram picadas com forrageira, de modo que as partículas ficassem em tamanho uniforme, entre 10 a 15 mm.

Utilizou-se como silos experimentais os tubos de PVC, devidamente identificados, contendo areia no fundo (0,5 kg), separada da forragem por uma tela fina de plástico com malha adequada para evitar o contato entre a areia e a silagem, para que fosse realizada a quantificação de efluentes.

Sendo o total de 1,875Kg de capim picado em cada silo, distribuído em finas camadas, com o objetivo de minimizar a presença de oxigênio e favorecer o processo fermentativo, sendo compactado com auxílio de soquetes de madeira, e ao final obtendo-se aproximadamente 650 kg MS/m³ de matéria verde.

Após o enchimento os silos foram pesados, lacrados com fitas adesivas e armazenados em sala com temperatura ambiente (28°C ± 2°C) por dez meses.

4.4 Análises Laboratoriais

As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal e Bromatologia da Universidade Estadual do Maranhão - LANAB/UEMA, localizado no Município de São Luís-MA, vinculado ao curso de Zootecnia, Campus Paulo VI.

4.5 Análise de pH

Para determinação do pH foi separado uma alíquota, que posteriormente foram separadas em amostras de 25g *in natura* e adicionados 100ml de água destilada, utilizando-se pHmetro, de acordo com a técnica descrita em Silva e Queiroz (2002).

4.6 Produção de Efluentes

A quantificação da produção de efluentes foi realizada indiretamente, pela mensuração da variação na massa da areia utilizada como meio filtrante nos silos. O procedimento consistiu na remoção completa da silagem após o período experimental, seguida pela coleta e pesagem da areia.

A produção de efluente foi então calculada pela subtração da massa inicial da areia (antes do enchimento dos silos) da massa da areia após a remoção da silagem. Conforme descrito por Jobim *et al.* (2007).

$$PE = [(Pab-Pen) / MVfe] \times 100$$

Onde:

PE = Produção de efluentes (kg/t material verde);

Pab = Peso do conjunto (silo + areia + pano) na abertura (kg);

Pen = Peso do conjunto (silo + areia + pano) na ensilagem (kg);

MVfe = Massa verde do material ensilado (kg).

4.7 Composição bromatológica

Para determinação da composição bromatológica, as amostras foram pesadas e colocadas em estufa com circulação forçada de ar a 55°C por 72h, para determinação da matéria seca. As amostras foram retiradas da estufa, e após equilíbrio com a temperatura ambiente, foram pesadas novamente. Posteriormente, foram trituradas em moinho tipo “Willey” dotado de peneira com crivo de dois milímetros. Foram determinadas os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) de acordo com a técnica descrita em Silva e Queiroz (2002).

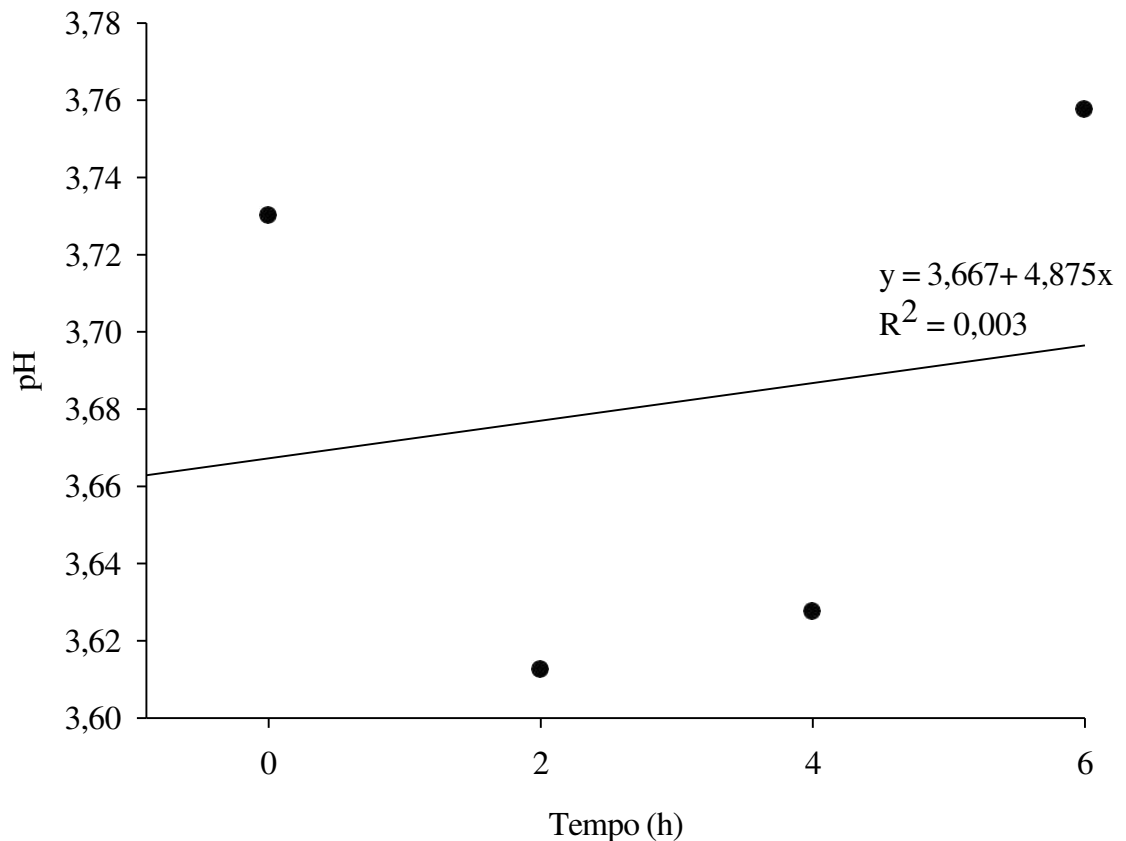
4.8 Análises Estatísticas

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e análise de regressão com um nível de 5% de probabilidade utilizando o pacote estatístico R (2024).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados obtidos na pesquisa sobre a qualidade e composição químico-bromatológica da silagem de capim capiaçu (*Cenchrus purpureus*) sob diferentes tempos de emurhecimento revelou padrões distintos entre as variáveis estudadas.

Figura 3. Variação do pH da silagem de capim BRS Capiáu em função do tempo de emurhecimento. Os pontos representam valores médios, e a linha indica o ajuste da regressão linear.



Os resultados indicaram que o pH (Figura3) permaneceu dentro de uma faixa estreita, variando entre 3,60 e 3,7, sem diferenças significativas ao longo dos tempos de emurhecimento analisados. Esses valores estão abaixo do limite recomendado por McDonald *et al.* (1991), que estabelecem pH de 3,8 a 4,2 como ideal para garantir a estabilidade

da silagem e inibir a atividade de microrganismos indesejáveis. Embora um pH mais baixo possa indicar uma fermentação eficiente, também pode estar relacionado à formação excessiva de ácidos orgânicos, o que pode impactar a palatabilidade da silagem (Weinberg e Muck, 1996).

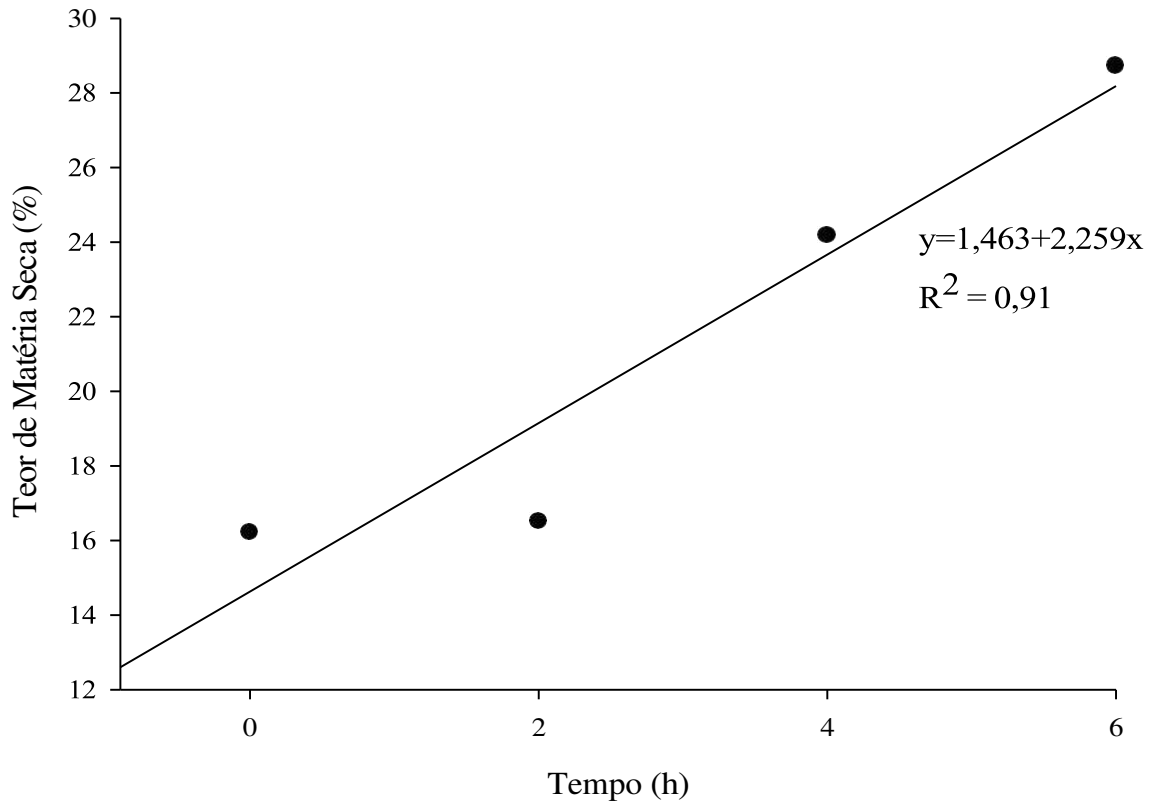
A manutenção do pH em uma faixa estreita, com médias abaixo de 3,8, é atribuída à predominância de bactérias ácido-láticas, que produzem ácido lático, o principal composto responsável pela queda do pH em silagens bem fermentadas (Kung Jr. *et al.*, 2018). Esse resultado está em consonância com estudos anteriores, como os de Schmidt *et al.* (2020), que destacam que a presença de ácido lático em quantidades adequadas é fundamental para minimizar a degradação da proteína bruta e evitar perdas nutricionais. Além disso, a estabilidade do pH está diretamente relacionada à resistência da silagem à deterioração aeróbia, o que é crucial para sua conservação após a abertura do silo (Weinberg e Muck, 1996).

O controle do teor de umidade através do emurchecimento revelou-se um fator determinante para a qualidade do processo fermentativo. De acordo com Schmidt *et al.* (2020), forragens com alto teor de umidade podem levar à fermentação indesejável, formando ácidos butíricos e favorecendo o crescimento de bactérias deletérias. Por outro lado, um emurchecimento excessivo pode resultar na perda de compostos voláteis e na redução da digestibilidade da silagem.

O equilíbrio entre umidade e tempo de emurchecimento é, portanto, fundamental para otimizar a fermentação e assegurar a qualidade nutricional da silagem de capim capiaçu. Estudos realizados por Silva *et al.* (2019) apontam que o tempo de emurchecimento ideal pode variar conforme as condições climáticas e as características específicas da forragem. Além disso, os autores reforçam a importância de monitorar variáveis como temperatura e estabilidade aeróbia durante o armazenamento.

Portanto, compreender a interação entre o tempo de emurchecimento e os parâmetros bromatológicos é essencial para a produção de uma silagem de alta qualidade, com potencial para atender às exigências nutricionais dos animais em sistemas intensivos de produção. Pesquisas futuras poderiam aprofundar a investigação sobre a digestibilidade e a estabilidade aeróbia dessa silagem, contribuindo para o avanço no manejo de forrageiras tropicais.

Figura 4. Variação do teor de matéria seca (%) ao longo do tempo. Os pontos representam os valores experimentais, e a linha corresponde à regressão linear ajustada aos dados.



O teor de matéria seca (MS) apresentou um comportamento linear crescente (Figura 4), indicando que o aumento do tempo de emurchecimento contribuiu diretamente para a desidratação do material. Esse resultado era esperado, uma vez que a exposição prolongada ao ambiente permite a evaporação gradual da umidade presente nas folhas e caules do capim capiaçu (*Cenchrus purpureus*), enquanto os estômatos permanecem abertos nas primeiras horas após o corte (Reis *et al.*, 2017). Estudos semelhantes, como os realizados por Santos *et al.* (2018), confirmam que a prática do emurchecimento é eficaz para aumentar os níveis de matéria seca, fator determinante para a qualidade da silagem. De acordo com Pedroso *et al.* (2015), um teor de matéria seca adequado no momento da ensilagem contribui para uma fermentação eficiente e para a estabilidade da silagem.

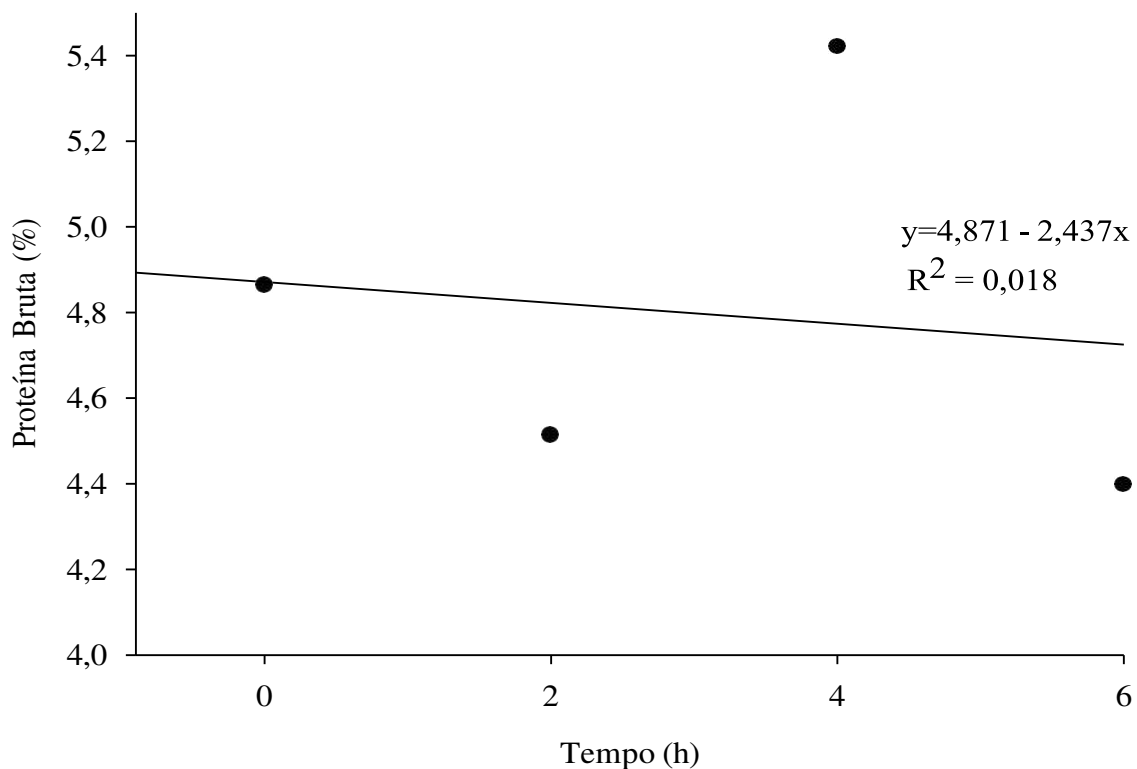
Estudos semelhantes corroboram com esses achados. Santos *et al.* (2018) confirmam que a prática do emurchecimento é eficaz para elevar os níveis de matéria seca, um fator determinante para a qualidade da silagem. A redução da umidade por meio do emurchecimento não apenas favorece a fermentação láctica, como também minimiza a produção de ácidos indesejáveis, como o ácido butírico. De acordo com Pedroso *et al.* (2015),

um teor de matéria seca adequado, geralmente entre 30% e 35%, é essencial para garantir uma fermentação eficiente e a estabilidade aeróbia da silagem.

A importância de monitorar o teor de matéria seca durante o processo de ensilagem também foi destacada por outros autores. Conforme relatado por Silva e Almeida (2019), a desidratação adequada do material forrageiro reduz significativamente o risco de formação de efluentes, melhorando a conservação dos nutrientes e promovendo um ambiente mais favorável para o desenvolvimento de microrganismos benéficos.

Dessa forma, a escolha do tempo ideal de emurchecimento deve considerar a necessidade de evitar tanto a umidade excessiva, que prejudica a fermentação, quanto perdas significativas de material seco devido ao emurchecimento prolongado. Como ressaltado por Amaral *et al.* (2021), um manejo inadequado do emurchecimento pode resultar em perdas nutritivas que comprometem o valor alimentício da silagem.

Figura 5. Variação do teor de proteína bruta (%) ao longo do tempo. Os pontos representam os valores experimentais, e a linha corresponde à regressão linear ajustada aos dados.

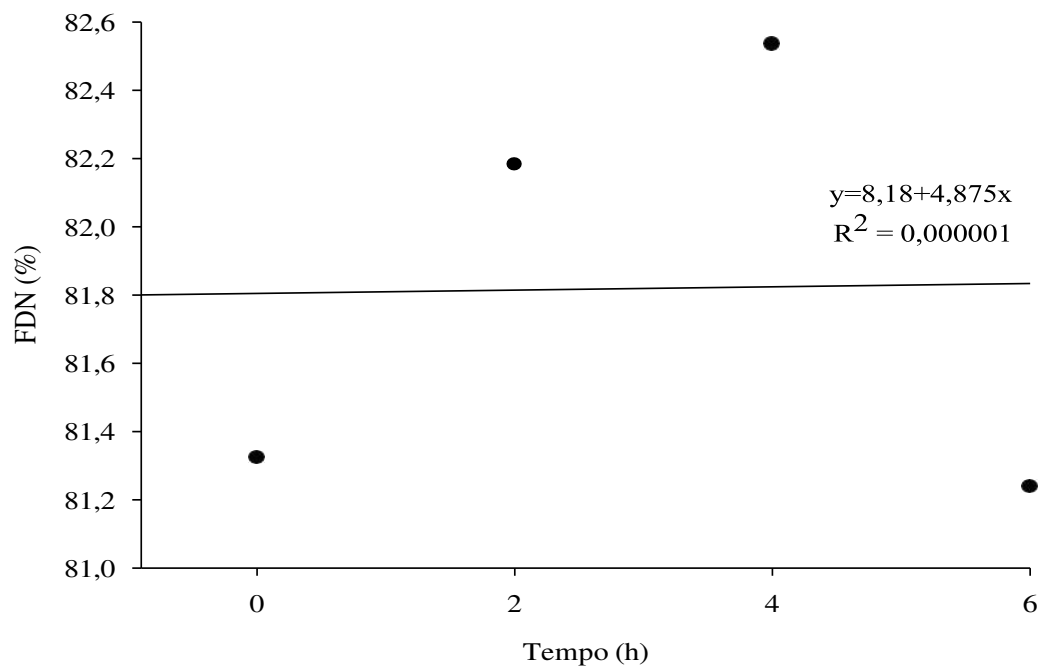


Na figura 5, verificou-se uma leve tendência de redução da proteína bruta com o aumento do tempo de emurchecimento do capim Capiáçu (*Cenchrus purpureus*). O valor do

coeficiente de determinação ($R^2 = 0,018$) indica que essa relação é praticamente inexistente, evidenciando que a variação do tempo de emurchecimento, nos intervalos avaliados, não influencia de maneira significativa o teor de proteína bruta. Esse comportamento pode ser atribuído à estabilidade relativa da proteína em curto período, como relatado por Santos *et al.* (2014).

No entanto, Jobim *et al.* (2007) destacam que períodos excessivos de emurchecimento, sobretudo em condições climáticas adversas, podem levar a perdas expressivas de compostos nitrogenados devido à oxidação e degradação proteica.

Figura 6. Variação do teor de Fibra em Detergente Neutro (FDN, %) ao longo do tempo. Os pontos representam os valores experimentais, e a linha corresponde à regressão linear ajustada aos dados.



O gráfico apresentado (Figura 6) ilustra a variação da Fibra em Detergente Neutro (FDN) ao longo do tempo na silagem de capim Capiiaçu. A equação de regressão linear $y = 8,18 + 4,875x$ sugere uma tendência leve de aumento nos valores de FDN com o tempo, mas o coeficiente de determinação ($R^2 = 0,000001$) indica uma correlação praticamente inexistente entre os tempos de emurchecimento.

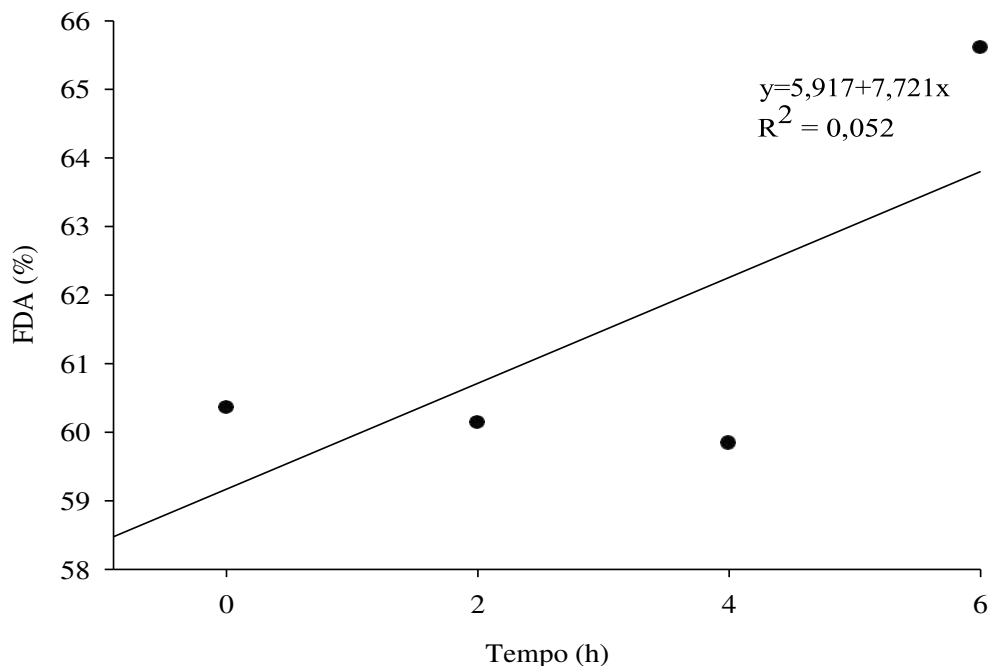
Segundo Ribas (2021) e Santos *et al.* (2024), os teores de FDN nas silagens de capim Capiiaçu geralmente variam entre 65% e 75%, dependendo de fatores como manejo, idade da planta e uso de aditivos. Quando os valores ultrapassam 80%, isso indica uma alta

concentração de componentes fibrosos de difícil digestão, como lignina e celulose. Esse aumento pode limitar o consumo voluntário pelos ruminantes e comprometer a digestibilidade, afetando negativamente o desempenho animal (Van Soest, 1994).

Além disso, a fermentação inadequada pode resultar em uma produção limitada de ácidos orgânicos, prejudicando a preservação das características estruturais da planta. De acordo com Kung Jr. e Muck (1997), a presença de microrganismos indesejáveis em fermentações mal-conduzidas pode reduzir a degradação dos componentes fibrosos. A baixa atividade de bactérias lácticas pode, ainda, elevar os níveis de FDN indigestível (Pereira *et al.*, 2020).

Quando os teores de FDN são elevados, pode ocorrer fermentação indesejada, com a presença de microrganismos que produzem ácidos mais fracos, como o ácido acético, que tem um impacto reduzido na redução do pH (Muck *et al.*, 2018). Isso pode resultar em uma condição em que o pH permanece baixo, mas a qualidade fermentativa é comprometida.

Figura 7. Variação do teor de Fibra em Detergente Ácido (FDA, %) ao longo do tempo. Os pontos representam os valores experimentais, e a linha corresponde à regressão linear ajustada aos dados.

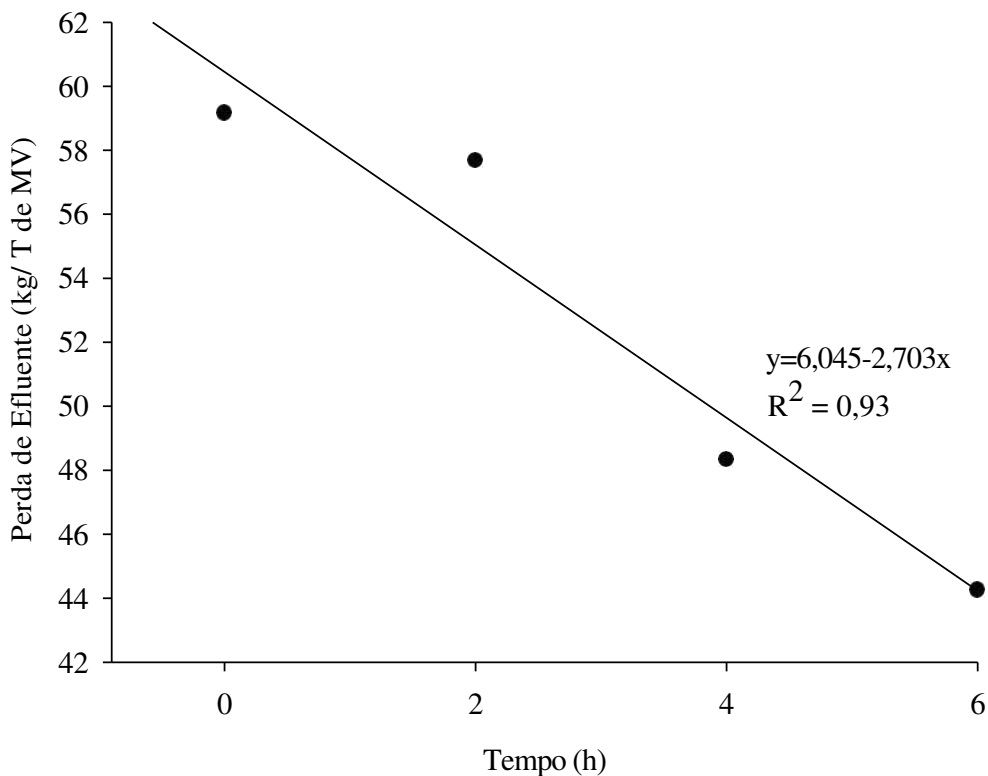


O gráfico apresentado (Figura 7) mostra a relação entre o tempo de fermentação da silagem de capim Capiiaçu e o teor de Fibra em Detergente Ácido (FDA). O teor de FDA é um

parâmetro fundamental na avaliação da qualidade nutricional da forragem, pois representa a fração menos digestível da fibra, composta principalmente por celulose e lignina (Van Soest, 1994). Os resultados demonstraram um aumento nos teores de FDA ao longo do tempo de emurhecimento, conforme descrito pela equação de regressão ($y = 5,917 + 7,721x$), ainda que o coeficiente de determinação ($R^2 = 0,052$) indique uma baixa correlação entre essas variáveis.

O aumento dos teores de FDA pode estar relacionado a modificações estruturais que ocorrem na planta durante o processo de emurhecimento. De acordo com Muck *et al.* (2018), períodos prolongados de desidratação podem resultar em perdas de carboidratos solúveis e compostos fermentáveis, levando a uma maior concentração relativa da fração fibrosa na forragem. Esse efeito também pode ser intensificado pela lignificação progressiva das paredes celulares das plantas em condições de senescência (Jung & Allen, 1995).

Figura 8. Perda de efluente (kg/T de matéria verde) ao longo do tempo de emurhecimento (horas) da silagem de capim BRS Capiaçú.



A perda de efluente apresentou uma forte correlação negativa com o tempo de emurchecimento ($R^2 = 0,93$), demonstrando que períodos mais longos de pré-secagem reduziram significativamente o volume de efluente liberado. Esse resultado é altamente relevante tanto do ponto de vista nutricional quanto ambiental, uma vez que menores perdas de efluente favorecem a retenção de nutrientes essenciais, como açúcares solúveis e proteínas não estruturais, que são fundamentais para a fermentação adequada da silagem (McDonald *et al.*, 1991).

Além disso, a redução do efluente minimiza os riscos ambientais relacionados à lixiviação de compostos orgânicos, que podem contaminar o solo e os recursos hídricos adjacentes (Bernardes *et al.*, 2018). O acúmulo excessivo de efluentes em silagens de gramíneas tropicais, como o capim-elefante (*Cenchrus purpureus*), tem sido associado à perda de qualidade do material conservado, além de gerar impactos ambientais significativos (Jobim *et al.*, 2007).

Os dados apresentados corroboram com os achados de Bernardes *et al.* 2018, que relataram uma redução expressiva na perda de efluentes em silagens de capim-elefante submetidas a períodos prolongados de emurchecimento. Essa estratégia de manejo não apenas contribui para uma silagem de maior valor nutricional, mas também reduz a emissão de efluentes, promovendo um sistema mais sustentável. Conforme apontado por Jobim *et al.* 2007, práticas que favorecem a conservação de nutrientes durante a ensilagem, incluindo o manejo do teor de umidade inicial, são essenciais para maximizar a eficiência da produção forrageira em regiões tropicais.

Assim, o emurchecimento prévio antes da ensilagem mostra-se como uma estratégia fundamental para melhorar a qualidade final da silagem e reduzir os impactos ambientais, contribuindo para sistemas de produção mais sustentáveis e eficientes.

6 CONCLUSÃO

O tempo de emurchecimento não influenciou as variáveis pH, proteína bruta, FDN e FDA. No entanto, teve impacto sobre a matéria seca e as perdas por efluentes.

Recomenda-se o tempo de emurchecimento de 4 a 6 horas, pois esses tempos contribuem para a melhoria das características da silagem de capim Capiacu, elevando os teores de matéria seca e minimizando as perdas por efluentes.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, JB; SANTOS, VM; SILVA, RA Impacto do manejo do emurchecimento na qualidade de silagens tropicais. *Revista de Agropecuária Tropical*, v. 1, pág. 58–66, 2021.
- AMARAL, R. C., CARVALHO, B. F., COSTA, D. M., MORENZ, M. J. F., SCHWAN, R. F., & ÁVILA, C. L. D. S. Novel lactic acid bacteria strains enhance the conservation of elephant grass silage cv. BRS Capiaçú. *Animal Feed Science and Technology*, v. 264, n. 114472, p. 114472, 2020.
- BERGAMASCHINE, A.F.; PASSIPIÉRI, M.; VALERIANO FILHO, W. V.; ISEPON, O. J.; CORREA, L. A. Qualidade e valor nutritivo de silagens de capim-Marandu (*B. brizantha* cv. Marandu) produzidas com aditivos ou forragem emurchecida. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.4, p.1454-1462, 2006.
- BERNARDES, TF Efeitos de períodos de murcha em perdas de efluentes de silagem em silagem de capim-elefante. *Animal Feed Science and Technology*, v. 245, p. 45–53, 2018.
- CABRITA, A. R. J., MAIA, M. R. G., SOUSA-PINTO, I., & FONSECA, A. J. M. Ensilage of seaweeds from an integrated multi-trophic aquaculture system. *Algal Research*, v. 24, p. 290–298, 2017.
- CARVALHO G. G. P; GARCIA R; PIRES A. J. V; PEREIRA O. G; FERNANDES F. E. P; CARVALHO B. M. A. Características fermentativas de silagens de capim-elefante emurchecido ou com adição de farelo de cacau. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.60, p. 234-242. 2008.
- DA ROSA, P. P.; DA SILVA, P. M.; CHESINI, R. G.; DE OLIVEIRA, A. P. T.; SEDREZ, P. A.; FARIA, M. R.; LOPES, A. A.; ROLL, V. F. B.; FERREIRA, O. G. L. Características do Capim Elefante *Pennisetum purpureum* (Schumach) e suas novas cultivares BRS Kurumi e BRS Capiaçú. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, v. 25, n. 1/2, p. 70-84, 1 out. 2019.
- EMBRAPA. Capim-elefante BRS Capiaçú: Alternativa para produção de volumoso na pecuária de leite. Circular Técnica, 2020.

- FERRARI JÚNIOR E; LAVEZZO W. Qualidade da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) emurcheado ou acrescido de farelo de mandioca. *Revista Brasileira de Zootecnia* 30: 1424-1431. 2001.
- JOBIM, CC; NUSSIO, LG; REIS, RA; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, pág. 101-119, 2007.
- JUNG, H. G.; ALLEN, M. S. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. *Journal of animal science*, v. 73, n. 9, p. 2774–2790, 1995.
- KÖPPEN, W. Climatologia. Mexico: Fundo de Cultura Econômica, p. 466, 1948.
- KUNG, JR., L.; MUCK, R.E. Animal response to silage additives. In: *Silage: field to feedbunk*. Ithaca: Northeast Regional Agricultural Engineering Service. p.200-210. 1997.
- LIN, C., BRENT, B. E., BOLSEN, K. K., & FUNG, D. Y. C. Epiphytic lactic acid bacteria succession during the pre-ensiling and ensiling periods of alfalfa and maize. *Journal of Applied Bacteriology*, v. 73, n. 5, p. 375–387, 1992.
- LOURES, D. R. S.; NUSSIO, L. G.; PAZIANI, S. F.; PEDROSO, A. F.; RIBEIRO, J. L.; ZOPOLLATTO, M.; SCHMIMDT; JUNQUEIRA, M. C.; PACKER, I. U.; CAMPOS, F. P. Composição Bromatológica e Produção de Efluente de Silagens de Capim-Tanzânia sob Efeitos do Emurhecimento, do Tamanho de Partícula e do Uso de Aditivos Biológicos. *R. Bras. Zootec.*, v.34, n.3, p.726-735, 2005.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; /HERON, S.J.E. *The biochemistry of silage*. 2.ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.
- MOTA, P. E. S., MOURA, R. L., CARVALHO, W. F., SILVA, S. F., OLIVEIRA, E. M., SANTANA, F. A. S., PORTELA, G. L. F., OLIVEIRA, M. R. A. Características Fermentativas da Silagem de Capim-Elefante Contendo Diferentes Aditivos. *Rev. Cient. Prod. Anim.*, v.14, n.2, p.133-137, 2012.
- MUCK, R. E. Silage processing and strategies for preservation. *Journal of Animal Science*, v. 88, n. 2, p. 56–65, 2010.

MUCK, R. E.; NADEAU, E. M.; MCALLISTER, T. A.; CONTRERAS-GOVEA, F. E.; SANTOS, M. C.; KUNG JR, L. Silage review: Recent advances and future uses of silage additives. *Journal of Dairy Science*, v. 101, n. 5, p. 3980–4000, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13839>.

OLIVEIRA, J. S.; SANTOS, F. A.; GOMES, R. L. Dinâmica fermentativa e qualidade de silagens tropicais. *Revista Brasileira de Forragens*, v. 10, n. 2, p. 123–131, 2017.

OLIVEIRA, M. D. S. et al. Desempenho do capim-elefante em diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 48, n. 4, p. 123-130, 2022.

PAULA, P. R. P.; NEIVA JUNIOR, A. P.; SOUZA, W. L.; ABREU, M. J. I.; TEIXEIRA, R. M. A.; CAPPELLE, E. R.; TAVARES, V. B. Composição bromatológica da silagem de capim-elefante BRS Capiaçú com inclusão de fubá de milho. *PUBVET*, v. 14, p. 148, 2020.

PEDROSO, A. F.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. Importance of dry matter in silage production. *Rural Science*, v. 45, n. 7, p. 145–153, 2015.

PEREIRA, A. V., BRAZIL, E., LÉDO, F. J. D. S., & MACHADO, J. C. BRS Kurumi and BRS Capiaçú - New elephant grass cultivars for grazing and cut-and-carry system. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v. 17, n. 1, p. 59–62, 2017.

PEREIRA, D. H. Assessment of productivity and nutritional value of BRS Capiaçú grass in intensive systems. *Scientific Agriculture in the Semi-Arid*, v. 12, n. 2, p. 78–89, 2016.

PEREIRA, O. G., RIBEIRO, K. G., VALADARES FILHO, S. C., & SANTOS, M. C. Silagem de gramíneas tropicais: Perspectivas para a produção de forragem conservada de alta qualidade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 49, 2020.

PEREIRA, R.G.A.; TOWNSEND, C.R.; COSTA, N.L. Processos de ensilagem e plantas a ensilar. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2008. 13 p. Documentos / Embrapa Rondônia, 124.

R Core Team (2024). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org>

RIBAS, W. F. G. Tempo de emurchecimento e inoculante bacteriano-enzimático sobre o perfil fermentativo e valor nutritivo da silagem de capim-BRS Capiacu na região semiárida. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba, 50 p. 2021.

SANTOS, H. P.; SILVA, D. F.; ALMEIDA, T. R. Effect of wilting on dry matter of tropical forages. *Rural Science*, v. 48, n. 3, 2018.

SANTOS, L. C. S. Silagens de capim-BRS Capiacu em diferentes idades de corte e aditivos. Universidade Estadual de Montes Claros. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba, 47p. 2024

SCHMIDT, P. R.; ALMEIDA, L. M. Moisture dynamics in tropical silages. *Applied Agrosience*, v. 15, n. 1, p. 45–52, 2020.

SCHMIDT, P. R.; ALMEIDA, T. R.; COSTA, L. M. Effect of moisture content on the fermentation of tropical forages. *Rural Science*, v. 50, n. 4, 2020.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002.

SILVA, H. P.; GOMES, R. L.; MARTINS, B. F. Management of wilting in forage: impacts on silage quality. *Agrosience Today*, v. 18, p. 78–85, 2019.

VIEIRA, M.M.M., CAVALCANTE, M.A.B., NEIVA, J.N.M. E CÂNDIDO, M.J.D. Valor nutritivo de silagens de capim elefante contendo níveis de farelo de babaçu. *Arch. Zootec. V.* 56, n.214, p. 257-260. 2007.