

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS, EDUCAÇÃO E ZOOTECNIA - ICSEZ
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA

THAYNARA GAMA ANDRADE

QUALIDADE DA SILAGEM DE CAPIM ELEFANTE CV. BRS CAPIAÇU (*C. purpureus* (Schum.) Morrone) ADITIVADA DE CASCAS DE TUCUMÃ (*Astrocaryum aculeatum*)

PARINTINS - AM

2025

THAYNARA GAMA ANDRADE

QUALIDADE DA SILAGEM DE CAPIM ELEFANTE CV. BRS CAPIAÇU (*C. purpureus* (Schum.) Morrone) ADITIVADA DE CASCAS DE TUCUMÃ (*Astrocaryum aculeatum*)

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Instituto de Ciências Sociais, Educação e Zootecnia (ICSEZ), da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), como partes dos requisitos exigidos para obtenção do grau em Bacharel em Zootecnia.

Orientadora: Prof (a). Dr(a). Laura Priscila Araújo Amaro Maciel

PARINTINS - AM

2025

Ficha Catalográfica

Elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).


- A553q Andrade, Thaynara Gama
Qualidade da silagem de capim elefante cv. BRS Capiaçú (*C. purpureus* (Schum.) Morrone) aditivada de cascas de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*). / Thaynara Gama Andrade. - 2025.
47 f. : il., color. ; 31 cm.
- Orientador(a): Laura Priscila Araújo Amaro Maciel.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Ciências Sociais, Educação e Zootecnia de Parintins, Curso de Zootecnia, Parintins - AM, 2025.
1. Capim-elefante . 2. fermentação . 3. nutrição animal. 4. silagem. 5. tucumã . I. Maciel, Laura Priscila Araújo Amaro. II. Universidade Federal do Amazonas. Instituto de Ciências Sociais, Educação e Zootecnia de Parintins. Curso de Zootecnia. III. Título
-

THAYNARA GAMA ANDRADE


QUALIDADE DA SILAGEM DE CAPIM ELEFANTE CV. BRS CAPIAÇU (*C. purpureus* (Schum.) Morrone) ADITIVADA DE CASCAS DE TUCUMÃ (*Astrocaryum aculeatum*)

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 12/12/2025.


BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **LAURA PRISCILA ARAUJO AMARO MACIEL**
Data: 18/12/2025 18:51:17-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Laura Priscila Araújo Amaro Maciel - UFAM
Orientadora

Documento assinado digitalmente
 **TEREZINHA TEIXEIRA DE SOUZA**
Data: 17/12/2025 18:46:15-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Ms. Terezinha Teixeira de Souza - UFAM
Avaliador

Documento assinado digitalmente
 **ANTONIO FABIO LOPES DE SOUZA**
Data: 12/12/2025 15:57:55-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Antônio Fabio Lopes de Souza - UFAM
Avaliador

DEDICATÓRIA

Ao meu filho Joaquim Lucas, por sua luz e compreensão, seu amor e carinho curou meus dias difíceis e cansativos, é por você que luto por dias melhores. Lhe dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, pela minha saúde, coragem e força, e pela fé que tenho em Nossa Senhora de Aparecida por me conduzir e superar os desafios ao longo desta caminhada acadêmica.

Sou muito grata pelo apoio incondicional da minha família: Gracinilda Monteiro da Gama (mãe), e meus irmãos Everton Gama, Thayane Gama, e Thaymara da Gama. Vocês foram meu suporte emocional e essenciais pra chegar até aqui.

A minha professora e orientadora Laura Priscila Araújo Amaro Maciel, pela confiança, paciência e dedicação com o qual guiaram meu aprendizado. Muito obrigada por compartilhar seu vasto conhecimento.

Aos professores do curso de Zootecnia do Instituto de Ciências, Sociais, Educação e Zootecnia – ICSEZ, pelas contribuições e ensinamentos que me ajudaram a construir uma visão crítica e reflexiva sobre o mundo e a ciência.

Ao Stefano Reis dos Santos pelo conselho, clareza e direcionamento. Obrigada por ter sido minha fonte de carinho e inspiração para seguir em frente.

As minhas amigas Francineide de Jesus da Costa e Suane Nascimento, pelas palavras de conforto, incentivo e companheirismo durante essa jornada acadêmica. A amizade de vocês me fortaleceu em momentos difíceis. Muito obrigada meninas.

A Adrielle Machado Rodrigues, Taciara Melo de Souza e ao técnico de Laboratório de Nutrição Animal Dr. Antônio Fabio Lopes de Souza pela cooperação mútua que me auxiliaram durante o processo das análises.

Expresso minha eterna gratidão a todos aqueles que contribuíram direta e indiretamente para a conclusão deste trabalho.

MUITO OBRIGADA TODOS!

“Os sonhos são projetos pelos quais se luta. Sua realização não se verifica facilmente, sem obstáculos. Implica, pelo contrário, avanços. Implica, luta.”

Paulo freire

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Conservação de forragem: uso da ensilagem na nutrição animal	14
2.2 Capim BRS Capiacu (<i>C. purpureus</i> (Schum.) Morrone): características e potencial de uso	16
2.3 Desafios da alimentação animal na amazônia.....	17
2.4 Uso de subprodutos regionais como aditivos na ensilagem.....	19
2.5 Tucumã (<i>Astrocaryum aculeatum</i>).....	21
2.6 Indicadores de qualidade da silagem: parâmetros bromatológicos e fermentativos	22
3. OBJETIVO.....	23
3.1 Objetivo geral.....	23
3.2 Objetivo específico.....	23
4. METODOLOGIA.....	24
4.1 Área experimental	24
4.2 Delineamento experimental e tratamentos aplicados.....	24
4.3 Avaliações físico - químicas	25
4.4 Análise estatística.....	30
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
5.1 Potencial de hidrogeniônico	31
5.2 Matéria seca, matéria mineral e matéria orgânica.....	33
5.3 Nitrogênio, proteína bruta e fibra em detergente neutro	36
5.4 Perdas por gases e recuperação de matéria seca	38
6. CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Potencial hidrogeniônico das silagens aditivadas com cascas de tucumã em diferentes dias de corte.	31
Tabela 2. Análises de variância de matéria seca, matéria mineral e matéria orgânica das silagens aditivadas com cascas de tucumã em diferentes dias de corte.	33
Tabela 3. Matéria seca, matéria mineral e matéria orgânica das silagens aditivadas com cascas de tucumã em diferentes dias de corte.	34
Tabela 4. Nitrogênio, proteína bruta e fibra em detergente neutro das silagens aditivadas com cascas de tucumã em diferentes dias de corte.	36
Tabela 5. Perdas por gases e recuperação de matéria seca das silagens aditivadas com cascas de tucumã em diferentes dias de corte.	38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Processo de confecção de ensilagem do capim BRS Capiáçu (<i>C. purpureus</i> (Schum.) Morrone) aditivada de casca do tucumã (<i>Astrocaryum aculeatum</i>).....	25
Figura 2. Processo de pré-secagem das amostras após abertura dos silos.....	26
Figura 3. Materiais utilizados nas análises para determinação de Matéria Seca (MS).	27
Figura 4. Materiais utilizados nas análises de cinzas das silagens.....	27
Figura 5. Materiais utilizados nas análises de Proteína Bruta (PB).	28
Figura 6. Materiais utilizados nas análises de Fibra em Detergente Neutro (FDN).....	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FDN – Fibra em Detergente Neutro

MM – Matéria Mineral

MO – Matéria Orgânica

MS – Matéria Seca

N – Nitrogênio

PB – Proteína Bruta

PG – Perda por Gases

pH – Potencial Hidrogeniônico

RMS – Recuperação da Matéria Seca

RESUMO

Em 2024, o rebanho bovino no Amazonas registrou aproximadamente 2,6 milhões de cabeças, representando um crescimento de 1,09% total do rebanho bovino nacional, com ênfase na produção de leite e carne em sistemas extensivos. Entretanto, a atividade enfrenta desafios estruturais, como a predominância de sistemas extensivos, manejo alimentar limitado e oferta irregular de volumosos de qualidade, o que compromete a produtividade por animal, sendo relevante dessa forma a busca por alternativas para diversificação produtiva permitindo a oferta de alimentos ao longo do ano para o estado do Amazonas. Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da silagem de capim-elefante BRS Capiáçu (*C. purpureus* (Schum.) Morrone) produzida com diferentes idades de corte (65, 95 e 125 dias) e aditivada com níveis (0%, 5%, 10% e 15%) de inclusão de cascas de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*). O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial de 3 x 4, composto por 12 tratamentos com 3 repetições, totalizando 36 silos experimentais. Foram analisados parâmetros bromatológicos e fermentativos: matéria seca, matéria mineral, matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro, pH, perdas por gases e recuperação da matéria seca. Observou-se redução acentuada do pH da silagem aos 65 dias de corte com maior inclusão do aditivo, passando de 5,37 para 3,43 entre 0% e 15%, enquanto para 95 e 125 dias os valores mantiveram-se estáveis entre 3,76 e 4,04. As maiores perdas por gases ocorreram com 15% aos 125 dias (8,6%), e a melhor recuperação de matéria seca foi registrada no tratamento controle na silagem aos 125 dias (81,1%). Não houve diferença significativa ($p>0,05$) para matéria seca, matéria mineral e matéria orgânica, indicando estabilidade nutricional da silagem independentemente dos níveis de aditivo aos dias de corte. Dessa forma, a utilização das cascas de tucumã pode ser aplicada como aditivo estrutural sem comprometer o valor nutricional, atuando de forma mais eficiente aos 65 dias de corte, tornando-se alternativa viável e sustentável para valorizar resíduos regionais e fortalecer a produção animal no Amazonas.

Palavras-chave: Capim-elefante, fermentação, nutrição animal, silagem, tucumã

ABSTRACT

In 2024, the cattle herd in Amazonas reached approximately 2.6 million heads, representing 1.09% of the national growth, with emphasis on milk and meat production under extensive systems. However, structural challenges such as limited feeding management and irregular supply of quality forages compromise productivity, reinforcing the need for sustainable alternatives to diversify production. This study aimed to evaluate the quality of elephant grass BRS Capiaçú (*C. purpureus* (Schum.) Morrone) silage harvested at different cutting ages (65, 95, and 125 days) and supplemented with tucumã peel (*Astrocaryum aculeatum*) at inclusion levels of 0%, 5%, 10%, and 15%. The experiment was conducted in a completely randomized design, in a 3 x 4 factorial arrangement, consisting of 12 treatments with 3 repetitions, totaling 36 experimental silos. A marked reduction in pH was observed at 65 days with increasing additive levels, decreasing from 5.37 to 3.43 between 0% and 15%, while values remained stable (3.76–4.04) at 95 and 125 days. The highest gas losses occurred with 15% inclusion at 125 days (8.6%), whereas the best dry matter recovery was recorded in the control treatment at 125 days (81.1%). No significant differences ($p>0.05$) were found for dry matter, mineral matter, and organic matter, indicating nutritional stability of silage. It is concluded that tucumã peel can be used as a structural additive without compromising nutritional value, being more effective at 65 days of cutting, and representing a viable and sustainable alternative to valorize regional residues and strengthen livestock production in Amazonas.

Keywords: Animal nutrition, elephant grass, fermentation, silage, tucumã.

1. INTRODUÇÃO

A pecuária brasileira exerce um papel fundamental no desenvolvimento econômico, contribuindo para o suprimento regional e na geração de emprego e renda. Em 2024, o rebanho bovino no Amazonas registrou aproximadamente 2,6 milhões de cabeças, representando um crescimento de 1,09% total do rebanho bovino nacional, com ênfase na produção de leite e carne em sistemas extensivos (IBGE, 2024). Entretanto, a atividade enfrenta desafios estruturais, como a predominância de sistemas extensivos, manejo alimentar limitado e oferta irregular de volumosos de qualidade, o que compromete a produtividade por animal (PAULO *et al.*, 2023), sendo relevante dessa forma a busca por alternativas para diversificação produtiva permitindo a oferta de alimentos ao longo do ano para o estado do Amazonas.

A região amazônica, caracterizada pela sua biodiversidade e clima tropical, apresenta oportunidades de desenvolvimento de práticas sustentáveis de produção animal. De acordo com Silva *et al.* (2020), a dependência de forragens nativas e a sazonalidade climática resultam em perdas significativas em produtividade, estimada até 30% durante o período de estiagem ou no excesso de chuva.

O capim BRS Capiaçú (*C. purpureus* (Schum.) Morrone, Sinônimo: *Pennisetum purpureum*) é uma cultivar melhorada geneticamente, destacando-se por sua adaptabilidade às condições edafoclimáticas da Amazônia - Brasil, com potencial produtivo estimulado pelo uso da planta em ração animal (SANCHEZ-GUERRA *et al.*, 2024). Conforme descrito por Paula *et al.* (2020) a variedade BRS Capiaçú (*C. purpureus* (Schum.) Morrone) apresenta uma produtividade média de 100 t/ha/corte de massa verde, ou seja, 300 t/ha/ano quando realizados 3 cortes anuais. Existe um grande interesse nas informações em relação a idade ideal para obter o melhor rendimento da variedade em condições tropicais, além de informações sobre composição e estabilidade aeróbica de sua silagem. Consequentemente, definir o melhor período de corte para BRS Capiaçú, (*C. purpureus* (Schum.) Morrone) pode otimizar a produção de biomassa no decorrer do período da enchente.

A silagem surge como uma estratégia viável para a conservação de forragens, ainda segundo Silva *et al.* (2015) desempenha um papel essencial para a nutrição de ruminantes, especificamente em sistemas de confinamento e no setor leiteiro no período de escassez de alimentos, a qualidade final da silagem depende de várias etapas, decorrente da colheita, corte, transporte, picagem e armazenamento no silo. Sendo que cada uma dessas etapas é importante para garantir um produto de alta qualidade.

A produção de silagem de capim-elefante cv. BRS Capiaçú representa uma alternativa eficiente para a alimentação de rebanhos durante o período de estiagem, sendo uma solução econômica, com elevada produtividade e longevidade de pastagem. Contudo, para garantir a qualidade da silagem, é fundamental manejar adequadamente o teor de matéria seca, empregar aditivos adequados e adotar práticas de ensilagem que reduzam as perdas e favoreçam a fermentação láctica (RETORE *et al.*, 2020). Estudos indicam que a incorporação de resíduos agroindustriais, como casca de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) pode melhorar a fermentação e a qualidade nutricional da silagem, devido ao seu teor de taninos e fibras, que atuam como conservantes e promove a estabilidade aeróbica (FERREIRA *et al.*, 2021).

O Tucumã, como é muito conhecido a palmeira *A. aculeatum*. Esse fruto apresenta propriedades nutricionais relevantes, como baixo teor de açúcar, rico em lipídios que é uma fonte de caloria, pró-vitamina A e E, e ácidos graxos oleico rico em fibras e ômega 3, 6 e 9, apresenta poder antioxidante e seu consumo favorece o sistema imunológico (FERREIRA *et al.*, 2008; YUYAMA *et al.*, 2008). É um fruto muito abundante no estado do Amazonas, comercializado e apreciado na região, mas não é consumido em sua totalidade, gerando resíduos como a casca e o carroço do fruto. Entretanto, a casca do tucumã representa uma alternativa sustentável para valorização de resíduos agroindustriais, alinhando-se à prática de economia circular e reduzindo custos de produção.

Nesse contexto, otimizar sistemas de produção animal no município de Parintins – AM, onde a escassez de tecnologias limita o desempenho zootécnico, torna-se imprescindível a necessidade de investigar alternativas que contribuam para o aprimoramento da qualidade de silagem de BRS Capiaçú quanto aos diferentes dias de corte, assim como apresentar resultados sobre os níveis inclusão da casca do tucumã na ensilagem, valorizando um subproduto abundante na região, além de potencialmente melhorar a qualidade fermentativa e nutricional da silagem, essa prática pode reduzir custos de produção, ampliar a autonomia alimentar dos produtores e minimizar perdas decorrentes da escassez de volumosos ao longo do ano.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Conservação de forragem: uso da ensilagem na nutrição animal

O rebanho bovino no Amazonas apresentou crescimento acumulado de 88,1%, entre 2018 e 2024, ponderando a expansão da atividade no estado (SEBRAE, 2024). Contudo, a produção animal baseada em pastagens enfrenta dificuldades significativas para manter a eficiência produtiva dos rebanhos em razão da sazonalidade na distribuição da produção

forageira ao longo do ano (SILVA *et al.*, 2020). Embora, a região norte seja marcada pela sua vasta extensão de terra e vegetação, ainda sim possui períodos em que a escassez de alimentos impede o desempenho produtivo dos animais, e técnicas de armazenamento e conservação de forragens corroboram para evitar perdas expressivas no setor de produção.

Devido ao aumento da competitividade mundial no sistema cárneo e leiteiro, a utilização de forragem conservada cresce a cada ano promovendo avanços e equilíbrio para a produção animal. O seu aproveitamento ocorre em períodos secos de baixa oferta de forragem pelas pastagens, momento em que o pasto não fornece a quantidade de nutrientes necessários para os animais em produção. A conservação de forragens é uma estratégia que oferece a oportunidade de conservar alimentos perdendo o mínimo do seu valor nutritivo, utilizando por um longo período (RAMOS *et al.*, 2021), dentre técnicas de conservação mais utilizadas estão a fenação e ensilagem, sendo esta última bastante empregada na alimentação de vacas leiteiras.

A produção de ensilagem é baseada no processo fermentativo, em ambiente anaeróbico favorecendo a produção do ácido láctico, produto resultante da fermentação que beneficia a massa verde picada em uma massa fermentada (TEIXEIRA *et al.*, 2009), onde a conversão de carboidratos solúveis em ácido láctico, provocam a diminuição no pH da massa ensilada a níveis que inibem a atividade microbiana, preservando suas características nutricionais (BARCELOS *et al.*, 2018; FERRARI JUNIOR *et al.*, 2009; NEUMANN *et al.*, 2007). Todavia, o valor nutricional depende também da escolha da gramínea empregada no processo de ensilagem.

De acordo com Scheibler (2018) a seleção de uma cultivar atrelado ao conhecimento das suas características nutricionais torna-se essencial para garantir o bom desempenho biológico dos animais no sistema produtivo. Conforme apontado por Cherney & Cherney (2003) as forrageiras constituem a principal fonte de matéria-prima para a produção de silagem, enquanto grãos com elevada umidade, embora possuam alto valor nutritivo, são ensilados em menor frequência.

A utilização do capim-elefante cv. BRS Capiçu para produção de silagens tem sido estudado por apresentar características agrônômicas e alto rendimento produtivo. Além disso, essa cultivar demonstra maior viabilidade econômica em comparação a outras forrageiras utilizadas para esse fim (SANTOS *et al.*, 2024). No entanto, seu baixo teor de matéria seca no momento do corte é um dos principais fatores limitantes, resultando em silagens de menor valor nutritivo. Para minimizar esse problema, o uso de aditivos absorventes tem se mostrado uma alternativa eficaz, melhorando a fermentação e diminuindo as perdas fermentativas (PAULA *et al.*, 2020).

2.2 Capim BRS Capiaçú (*C. purpureus* (Schum.) Morrone): características e potencial de uso

O capim BRS Capiaçú (*Cenchrus purpureus*) desenvolvida pelo programa de melhoramento do capim elefante (*Pennisetum purpureum*) conduzido pela Embrapa Gado de Leite, onde o clone CNPGL 92-79-2 foi obtido do cruzamento entre os acessos Guaco (BAGCE 60) e Roxo (BAGCE 57) no ano de 1992. Essa variedade foi registrada no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) sob nº 33503 em 08/01/2015, bem como recebeu certificado de proteção de cultivares nº 20150124, em 23/01/2015. A Embrapa lançou essa cultivar em 2012 (PEREIRA *et al.*, 2016).

Essa variedade apresenta porte alto, touceiras de formato ereto, internódios longos e de coloração amarelada. Além de ser resistente ao tombamento e florescimento tardio, a cultivar possui elevada densidade de perfilhos e facilidade para mecanização da colheita. A adubação e a correção do solo devem ser feitas com base na análise de fertilidade, assegurando uma saturação por bases de 60%. As recomendações técnicas incluem a aplicação de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 100 kg ha⁻¹ de KCl (quando o teor de potássio no solo for inferior a 50 ppm) no plantio. Já a adubação de manutenção deve ser fracionada ao longo dos cortes, garantindo o fornecimento contínuo de nutrientes, também é caracterizado pela tolerância ao estresse hídrico moderado, o que a torna viável para cultivo em regiões com alto risco de períodos secos (PEREIRA *et al.*, 2016).

Com excelente potencial produtivo de 50 t/ha/ano de MS e com boa qualidade nutricional (6,50% de PB e 50,6% de NDT), o BRS Capiaçú se destaca por gerar maiores quantidades de proteína e de energia por hectare plantado, a um custo inferior que as culturas de milho e de sorgo. De acordo com resultados experimentais da Embrapa Gado de Leite, a cultivar produz 60,9% mais proteína e 43,2% mais energia em toneladas por hectare do que o milho, a um custo 22,5% menor (VIVER GRASS, 2021). Segundo Pereira *et al.* (2017) o BRS Capiaçú produz silagem de boa qualidade e se destaca como opção mais econômica que o milho, por ser uma gramínea perene, de alta produtividade e que não requer compra anual de sementes.

No estudo realizado por Lopes *et al.* (2021) recomenda-se para corte entre 50 e 70 dias de rebrota maximizando os níveis de proteína bruta (PB), digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e concentração de ácidos graxos poli-insaturados, como os ácidos linoleico e α linolênico. À medida que a idade de rebrota avança, ocorre aumento nos níveis de lignina e

fibra em detergente neutro (FDN), o que provoca redução significativa na digestibilidade e no teor de PB da planta. Através do trabalho de Monção *et al.* (2019) em avaliação realizada no verão, considerando os cortes aos 30, 60, 90, 120 e 150 dias depois da rebrota, observou-se o incremento no acúmulo de forragem aproximadamente de 382 kg ha¹ por dia de matéria seca, as plantas desenvolveram 79,31%, de 1,03 com 30 dias a 4,98 metros com 150 dias depois da rebrota.

A cultivar BRS Capiaçú é utilizado em forma *in natura*, picado colocado ao cocho ou através de silagem, sendo esta última uma boa opção para regiões com períodos de escassez de alimentos. Conforme apontado por Oliveira (2023) deve-se usar como referência a porcentagem de matéria seca para ensilar a BRS Capiaçú, quando usado o pré-emurchamento ou aditivos sequestrantes 23% e 24% do teor de matéria seca, e sem uso deles a partir de entre 20 a 22% de matéria seca do material ensilado. Outros fatores corroboram para a boa qualidade de ensilagem da cultivar, como descrito por Pereira *et al.* (2016), como alto valor nutritivo, ocorrendo próximo das alturas de 3,5 a 4,0 metros ou em idades de 90 a 110 dias de rebrota da forrageira.

Fatores intrínsecos quanto ao uso da cultivar em relação a ensilagem precisam ser observadas com cautela, quanto a temperatura do ambiente, estado de maturação da planta, época do ano, a umidade que afeta o processo de fermentação, e não menos importante o armazenamento do material ensilado.

2.3 Desafios da alimentação animal na Amazônia

Na atividade pecuária, observa-se que, em 2022, o rebanho bovino nos estados da Amazônia representava 49% do total do Brasil, com 104,3 milhões de cabeças de um contingente nacional de 211,3 milhões (CITE, 2024). A Amazônia é caracterizada por sua rica biodiversidade, sob um clima tropical, marcada pelo alto potencial de produção agropecuária e bens de consumo, visada pelo mundo inteiro por seus índices de expansão em razão do desmatamento, degradação do solo, refletindo nas mudanças climáticas, se tornando assim conforme Jordao *et al.* (2025), um laboratório de estratégias formulando alternativas e diretrizes voltadas à transição dos sistemas agroalimentares no Brasil, dado que reúne, simultaneamente, desafios estruturais e potenciais soluções no mesmo cenário territorial.

Na Amazônia, a pecuária enfrenta diversas limitações decorrentes da baixa fertilidade e da degradação dos solos, em que na implantação de pastagens ocorre o desmatamento seguido da queima, prática que deposita cinzas na superfície do solo e promove momentaneamente melhora dos seus atributos químicos e resultando em uma boa produtividade inicial para as

forageiras. Entretanto, a ausência de reposição de nutrientes, associada à erosão, ao escoamento superficial, à lixiviação e à exportação de nutrientes pelos animais, faz com que essas pastagens entrem rapidamente em processo de degradação (DIAS-FILHO, 2007).

Segundo Oliveira *et al.* (2018) o território amazônico decorre em dois ambientes diferentes, terra firme e várzea. Os ecossistemas de produção em terra firme são compostos por áreas não alagadas, permitindo o cultivo ao longo de todo o ano, desde que atendidas as exigências nutricionais de cada cultura, como a época adequada de semeadura. No entanto, esses ambientes apresentam, em geral, baixa fertilidade natural. Por outro lado, as várzeas sofrem alagações periódicas, o que restringe o período disponível para cultivo agrícola, mas possuem elevada fertilidade do solo, resultante da renovação anual de nutrientes trazidos pelas cheias.

A produção agropecuária na região norte distingue-se das demais regiões do Brasil, sobretudo devido às limitações impostas pela forte sazonalidade climática. Essa variação entre períodos de intensa precipitação e estiagem prolongada influencia diretamente o desenvolvimento das pastagens, comprometendo a oferta de forragens com adequado valor nutricional ao longo do ano. Como consequência, a irregularidade na disponibilidade de alimento afeta a produtividade dos sistemas pecuários, evidenciando a necessidade de estratégias específicas de manejo e reformulação de dietas nutricionais, como inclusão de produtos agroindustriais através de processo de ensilagem, para essa realidade regional, retirando assim o peso financeiro de compras de milho e soja que sofrem com variações da inflação.

O clima na região Amazônica caracteriza-se por ser quente e úmido, de acordo com Mota e Medeiros (2002) e Oliveira *et al.* (2011), a precipitação pluviométrica anual da região de Manaus varia de 2587 a 1730 mm, concentrando-se nos meses de dezembro a maio, período que corresponde a 66,9% de toda a precipitação anual e o demais 33,1% fica distribuído nos outros meses do ano. Conforme descrito por Oliveira (2023) na região de Parintins-AM, é comum a adoção de sistemas pecuários desenvolvidos nos ecossistemas de várzea e terra firme, como forma de adaptação à sazonalidade do regime hídrico dos rios, que influencia diretamente a disponibilidade de alimento para os rebanhos. Durante o período de cheia, os animais permanecem confinados em pequenas áreas de terra firme, onde a oferta de forragem é limitada. Já na vazante, os rebanhos são deslocados para as áreas de várzea, que apresentam maior disponibilidade alimentar, embora essa oferta dependa igualmente das oscilações do nível das águas. Trata-se, portanto, de um sistema que pode impor elevado risco financeiro ao produtor,

além de gerar impactos ambientais. Nesse contexto, a implantação de capineiras surge como alternativa estratégica para assegurar alimento ao longo de todo o ano, favorecendo ganhos de peso mesmo em condições de terra firme, mitigando os efeitos da sazonalidade sobre os animais e reduzindo os impactos ambientais, contribuindo para sistemas de produção mais adequados à realidade local.

2.4 Uso de subprodutos regionais como aditivos na ensilagem

O Brasil possui alta produtividade agrícola, o que resulta na geração de expressiva quantidade de subprodutos ao longo dos processos produtivos (VASCONCELOS, 2010). O uso de alimentos não convencionais nos sistemas de produção animal constitui uma importante alternativa suplementar para alimentação dos rebanhos e viabiliza os sistemas de produção (RÊGO *et al.*, 2025).

Para Retore *et al.* (2010), e Teixeira *et al.* (2014) esses produtos secundários, de menor valor agregado, originam-se do processamento de matérias-primas agrícolas nas agroindústrias, os quais são denominados de subprodutos. Segundo Salami *et al.* (2019) os resíduos agroindustriais gerados durante a extração de matérias-primas destinadas ao consumo humano possuem grande potencial para a alimentação de ruminantes. Entre esses materiais, destacam-se os subprodutos provenientes da destilação e da produção de biocombustíveis, como farelos, cascas, bagaços e grãos processados; os derivados do processamento de oleaginosas, incluindo farinhas, farelos e tortas; além dos resíduos oriundos do processamento de frutas e vegetais, como polpas e cascas. Conforme apontado por Friedrichsen *et al.* (2022) além dos benefícios para a cadeia produtiva de carne ou leite, esses subprodutos ao serem aproveitados podem evitar impactos ambientais pelo uso e descarte adequado.

Entende-se que a incorporação da subprodutos agroindustriais como aditivos na silagem representa uma alternativa prática e econômica para melhorar seu valor nutricional. Esses materiais contribuem para ajustar o teor de matéria seca e de carboidratos solúveis, reduzindo perdas durante o processo fermentativo. De acordo com Henderson (1993) para serem considerados adequados para utilização na ensilagem, os aditivos devem garantir segurança alimentar, reduzir as perdas de matéria seca, limitar a ocorrência de fermentações secundárias, especialmente aquelas promovidas por bactérias dos gêneros *Clostridium* e enterobactérias, elevar o valor nutritivo da silagem, melhorar sua estabilidade aeróbia e proporcionar retorno produtivo superior aos custos envolvidos na sua aplicação.

Ainda de acordo com os autores Fialho & Barbosa (2009), e Santos (2017) para que um ingrediente seja considerado alternativo, é fundamental que atenda a alguns pré-requisitos. Primeiro, deve estar disponível na região em quantidade suficiente e por período que permita substituir de forma significativa o alimento convencionalmente utilizado. Além disso, precisa suprir as exigências nutricionais do animal e apresentar custo inferior ao dos alimentos tradicionais, tornando seu uso viável dentro do sistema de produção. Nesse contexto, Vasconcelos (2010) aponta que sempre há espécies que produzem fora dessa época e, em Manaus, há frutos de tucumã à venda ao longo do ano.

Para Oliveira *et al.* (2014) o uso de coprodutos e subprodutos na alimentação de ruminantes tem sido estudada sob diversos aspectos, incluindo consumo, digestibilidade, ganho de peso e eficiência alimentar, onde tais avaliações consideram a saúde ruminal e fisiológica dos animais, a qualidade dos produtos derivados, como carne e leite, e a viabilidade econômica dos ingredientes utilizados. Estudos como Pazdiora *et al.* (2019) avaliaram dietas contendo resíduos da agroindústria frutífera como abacaxi, acerola, maracujá e cupuaçu na alimentação de ovinos demonstraram que o resíduo de maracujá proporcionou aos animais maior consumo de matéria seca, melhor digestibilidade e maior ganho médio diário, alcançando 141,5 g, o que resultou em conversão alimentar de 8,3 kg de MS/kg de peso corporal. Embora a dieta com resíduo de acerola tenha apresentado o menor ganho médio diário (15,6 g) e a maior conversão alimentar (51,4 kg de MS/kg de peso corporal), os demais resíduos utilizados mostraram efeitos semelhantes quanto ao consumo, à digestibilidade e ao desempenho dos animais.

Em estudos realizados com a utilização de resíduos indicam que essa prática possui a finalidade de intensificar os efeitos fermentativos, porque silagens de capins apresentam, baixos teores de carboidratos solúveis e de matéria seca, o que limita a produção de ácidos orgânicos responsáveis pela adequada conservação dos nutrientes. Um exemplo é o emprego do melaço associado a inoculantes contendo bactérias homofermentativas, que favorecem uma fermentação mais eficiente e estável (BERNARDES *et al.*, 2013). Além disso, em diversas regiões do Brasil, especialmente na Amazônia, fatores logísticos e produtivos elevam os custos das rações e, conseqüentemente, das dietas balanceadas destinadas a aves, suínos e peixes (CRUZ *et al.*, 2016). Diante dessas limitações, cresce o interesse por estudos voltados ao uso de alimentos alternativos, sobretudo subprodutos agroindustriais, como estratégia para reduzir os gastos com alimentação, que podem representar entre 60% e 80% dos custos totais de produção (CRUZ & RUFINO, 2017).

2.5 Tucumã (*Astrocaryum aculeatum*)

A Amazônia é amplamente reconhecida por sua diversidade biológica, tanto em fauna quanto em flora. Entre as inúmeras espécies frutíferas com potencial econômico regional, destacam-se *Astrocaryum aculeatum* Meyer e *Astrocaryum vulgare* Mart., palmeiras da família Arecaceae que apresentam ampla distribuição na América do Sul (OLIVEIRA *et al.*, 2018). A espécie *A. aculeatum*, popularmente conhecida como tucumã-do-Amazonas ou tucumã-açu, é amplamente encontrada na região Amazônica, especialmente no estado do Amazonas (LEITÃO, 2008). Por sua vez, *A. vulgare*, denominada tucumã comum, tucumã-do-Pará, “awarra” ou “ocherie”, encontrada em terras firmes da Amazônia brasileira (CALZAVARA, 1968).

A Palmeira *A. aculeatum*, pertencente ao subgênero *Pleiogynanthus*, (KAHN; MILLÁN, 1992), a espécie *A. aculeatum* Meyer é caracterizada como uma palmeira solitária, monóica e de crescimento monopodial, apresentando porte arborescente e estipe único e ereto, que pode atingir entre 10 e 25 metros de altura. Seu tronco, com diâmetro variando de 12 a 40 centímetros, é revestido por espinhos negros que podem chegar a 15 centímetros de comprimento, caracterizados por serem finos, longos e bastante pungentes, distribuídos em anéis ao longo de todo o estipe (MOURA, 2013; YUYAMA *et al.*, 2016).

O fruto do tucumanzeiro é muito apreciado em lanches, utilizado em diversas formas segundo a literatura em produtos fármacos, cosméticos e sobretudo na alimentação humana como sorvete e geladinho gourmet. Segundo Didonet e Ferraz (2014) aproximadamente 367,8 toneladas de frutos de tucumã são comercializadas anualmente, e de acordo com Didonet (2012) é raramente comercializado em supermercados; sua venda ocorre, em geral, em feiras livres, onde os frutos inteiros ou a polpa fatiada são disponibilizados ao consumidor. O consumo desse fruto possui grande relevância econômica no estado do Amazonas, contribuindo significativamente para a geração de emprego e renda nas comunidades onde a palmeira é encontrada.

Segundo Shanley (2005) a espécie floresce entre março e julho e frutifica durante a estação chuvosa, de janeiro a abril, produzindo de 2 a 3 cachos por ano, podendo ultrapassar cinco, cada um com cerca de 1 metro. Esses cachos pesam entre 10 e 30 quilos e apresentam de 200 a mais de 400 frutos, sendo que uma palmeira produz, em média, cerca de 750 frutos. Os frutos são elipsoides, inicialmente verdes, tornando-se amarelo-alaranjados na maturidade, com diâmetro variando de 2,5 a 3,5 cm e comprimento de 3,5 a 4,5 cm. Vasconcelos (2010) e Lima *et al.* (2011) contribuem que a polpa, de coloração alaranjada, possui consistência pastosa a

oleosa e baixa fibrosidade, enquanto a amêndoa é fonte de um óleo comestível que apresenta rendimento entre 30% e 50% de óleo branco.

No que se refere a composição Simões (2010) descreve que o fruto maduro do tucumã apresenta variações naturais de tamanho e peso, mas sua composição média é relativamente constante, sendo constituído por aproximadamente 24% de polpa, 28% de epicarpo (casca) e 48% de endocarpo (semente). Conforme apontado por Gentil & Ferreira (2005) e Ferreira *et al.* (2008) do ponto de vista nutricional, tanto o fruto quanto seus resíduos destacam-se pelo elevado valor energético, decorrente do alto teor de carboidratos solúveis, além de apresentarem quantidades expressivas de fibras, lipídios e provitamina A (caroteno).

O tucumã não é consumido em sua totalidade, gerando resíduos a partir do descarte. Sá (2023) descreve que no processo de despulpamento do tucumã, apenas cerca de 12% da massa seca do fruto é aproveitada, enquanto o restante é descartado, aproximadamente 61% correspondem ao endocarpo (casca), que, juntamente com a semente oleaginosa, gera cerca de 286 toneladas de resíduos. Diante desse volume significativo, torna-se essencial buscar alternativas de reciclagem e destinação adequada para esses materiais, garantindo o manejo correto dos resíduos provenientes do despulpamento.

2.6 Indicadores de qualidade da silagem: parâmetros bromatológicos e fermentativos

A qualidade de ensilagem refere-se à eficiência do processo fermentativo em preservar o valor nutritivo da forragem armazenada. Para essa avaliação, são utilizados indicadores fundamentais do processo fermentativo, entre eles o teor de matéria seca, o valor de pH e a porcentagem de nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (TOMICICH *et al.*, 2003).

O excesso de umidade no material destinado à ensilagem, especialmente quando ultrapassa 80%, constitui um fator limitante que compromete a qualidade do processo fermentativo (AMARAL; NUSSIO, 2011). Nesse cenário, ocorrem perdas de nutrientes devido à produção de efluentes, à formação de ácido bûtirico e à intensificação da degradação proteica, uma vez que o teor de água interfere diretamente na dinâmica fermentativa. Por essa razão, recomenda-se que a forragem seja colhida com teor de matéria seca entre 28% e 40%; valores inferiores a 28% favorecem fermentações indesejáveis, enquanto teores acima de 40% dificultam uma compactação adequada do material no silo (JOBIM; NUSSIO, 2013).

O pH é um parâmetro fundamental para avaliar a qualidade do processo de ensilagem, pois sua redução durante a fermentação inibe a atividade proteolítica das enzimas da própria forragem e limita o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis, como clostrídios e

enterobactérias. Para garantir uma fermentação adequada e a preservação dos nutrientes, o pH ideal da silagem deve situar-se entre 3,8 e 4,0 (McDONALD *et al.*, 1991).

Segundo Ramos *et al.* (2021) o nitrogênio amoniacal é um subproduto das fermentações clostridiais realizadas por bactérias do gênero *Clostridium*, sendo sua quantificação um indicador direto da qualidade da silagem. Conforme Benachio (1965), silagens classificam-se como muito boas quando apresentam de 0 a 10% de nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total; de 10 a 15% são consideradas boas; de 15 a 20%, aceitáveis; e valores acima de 20% caracterizam silagens de baixa qualidade.

As perdas durante o processo de ensilagem são atribuídas principalmente à atuação de enterobactérias, clostrídios e leveduras (PAHLOW *et al.*, 2003). Entre esses microrganismos, destacam-se as bactérias ácido-láticas heterofermentativas, que metabolizam glicose com produção de dióxido de carbono, reduzindo os teores de matéria seca e de energia bruta da silagem. Além disso, as leveduras também contribuem para perdas, uma vez que podem atuar de forma negativa durante a fase de estabilização fermentativa (PEDROSO *et al.*, 2005).

Considerando o processo fermentativo e a sequência de etapas envolvidas na produção de silagem, desde a escolha da forragem, ponto de corte, tamanho de partículas, compactação e vedação, o uso de aditivos apresenta-se como uma estratégia eficiente para potencializar o sucesso do processo, contribuindo para melhores condições fermentativas e qualidade final do material ensilado.

3. OBJETIVO

3.1 Objetivo geral

- Avaliar a qualidade da silagem de BRS Capiáçu (*C. purpureus* (Schum.) Morrone) com diferentes dias de corte aditivadas de cascas de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*).

3.2 Objetivo específico

- Avaliar a composição química da silagem de BRS Capiáçu (*C. purpureus* (Schum.) Morrone) com diferentes dias de corte aditivadas de cascas de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*);
- Avaliar a perda por gases da silagem de BRS Capiáçu (*C. purpureus* (Schum.) Morrone) com diferentes dias de corte aditivadas de cascas de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*);

- Avaliar a recuperação de matéria seca da silagem de BRS Capiáçu (*C. purpureus* (Schum.) Morrone) com diferentes dias de corte aditivadas de cascas de Tucumã (*Astrocaryum aculeatum*).

4. METODOLOGIA

4.1 Área experimental

O trabalho foi realizado no município de Parintins, localizado no estado do Amazonas, conduzido na Vitrine Experimental da Embrapa situada no Parque de Exposição Luiz Lorenzo de Souza, na Estrada Osvaldo Novo, sob coordenadas geográficas: Latitude por volta de 2°36'48"S E Longitude por volta de 56°44'O. O parque dispõe de uma área experimental de 60 metros quadrados de plantio com diversas exemplares de forragens, onde foi selecionando apenas o Capim Elefante cv. Brs Capiáçu (*C. purpureus* (Schum.) Morrone).

As cascas do fruto do tucumã foram adquiridas em cafeterias e no Mercado Municipal de Parintins. A coleta ocorreu através do processo de corte da capineira, picagem, enchimentos dos silos PVC, vedação e armazenamento e posteriormente as amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Nutrição Animal (LANA) do Instituto de Ciências Sociais, Educação e Zootecnia (ICSEZ) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

4.2 Delineamento experimental e tratamentos aplicados

O experimento foi conduzido em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com três idades de corte do capim BRS Capiáçu (65 dias, 95 dias, e 125 dias) aditivada com quatro níveis de adição de casca do tucumã (0%, 5%, 10%, e 15%), resultando em um arranjo fatorial com 12 tratamentos, sendo realizadas três repetições, totalizando 36 unidades experimentais.

Os tratamentos foram constituídos a partir da substituição parcial da forragem por casca de tucumã, mantendo a proporção total da massa ensilada em 100%. No tratamento controle (0%), utilizou-se 100% de capim BRS Capiáçu. Para o nível de inclusão de 5%, a silagem foi composta por 95% de capim BRS Capiáçu e 5% de casca de tucumã. Nos tratamentos com 10% e 15% de inclusão, as proporções corresponderam, respectivamente, a 90% de capim e 10% de casca de tucumã, e 85% de capim e 15% de casca de tucumã. Essas proporções foram aplicadas em todas as idades de corte avaliadas (65, 95 e 125 dias), compondo os diferentes tratamentos do arranjo fatorial.

Utilizou-se uma parcela de 5 × 6 metros cultivada com o capim BRS Capiáçu.

Inicialmente, realizou-se um corte de uniformização, definido como dia 0 do experimento. A partir desse corte de uniformização, o capim foi colhido em três idades de rebrota (65, 95 e 125 dias), e processado em máquina forrageira adaptada para obtenção do corte de partículas com aproximadamente 3 cm, marca NOGUEIRA S/A, EM-9 F3B. Posteriormente realizadas a fabricação das silagens, no qual foram adicionadas as inclusões da casca do tucumã, seguindo as recomendações dos tratamentos, sendo pesados e homogeneizado os ingredientes em baldes. Em cada silo foi acondicionado ao fundo 0,5 kg de areia seca, abaixo da forragem e separada desta por um tecido de algodão, com a finalidade de quantificar o efluente (chorume) produzido. Todos os utensílios utilizados na etapa de ensilagem (silo PVC, areia, balde, copo de plástico) foram previamente pesados com balança digital com capacidade de 10 kg. O capim foi prensado em canos PVC de 10 cm de raio por 50 cm de altura, devidamente identificados com marcador permanente, e vedados com filme PVC transparente (Figura 1).

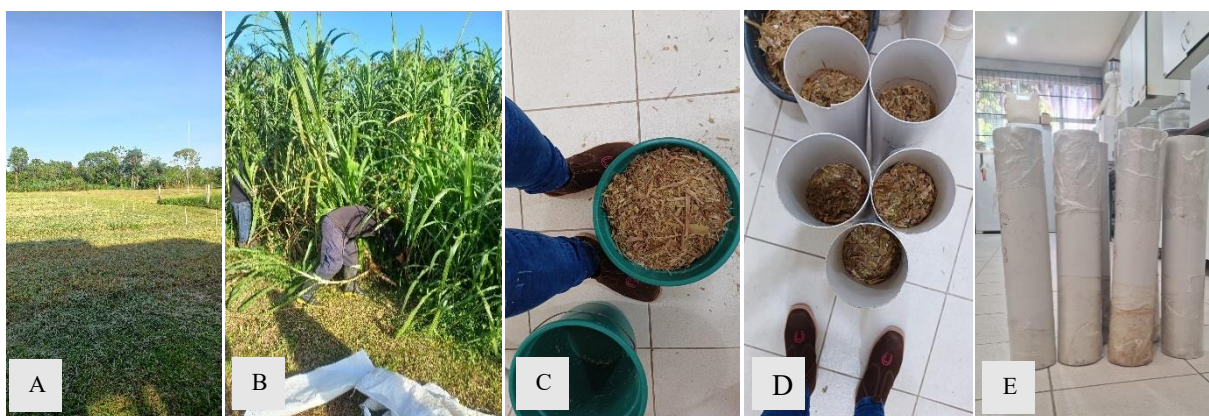


Figura 1. Processo de confecção de ensilagem do capim BRS Capiáçu (*C. purpureus* (Schum.) Morrone) aditivada de casca do tucumã (*Astrocaryum aculeatum*). (A) Uniformização do capim, início do experimento; (B) Corte da cultivar BRS Capiáçu; (C) Homogeneização do capim triturado e a casca do tucumã no balde; (D) Compactação do material ensilado; e (E) Silos confeccionados e vedados.

Fonte: ANDRADE (2025); MELO (2025).

4.3 Avaliações físico – químicas

Com 90 dias os silos foram abertos e retiradas subamostras de cada silo que foram colocadas em pratos de alumínio (Marmitex) e levadas para a estufa a 60°C durante 72h, para realizar a pré-secagem da silagem no laboratório da Embrapa, após esse período as amostras foram retiradas e pesadas conforme metodologia descrita por Detmann *et al.* (2012). No Laboratório de Nutrição Animal – UFAM, para realizar a avaliação bromatológica as amostras foram trituradas em moinho de facas tipo Willey com peneira de malha de 1mm, posteriormente armazenadas em potes redondos de plásticos e identificados com marcador permanente (Figura 2).

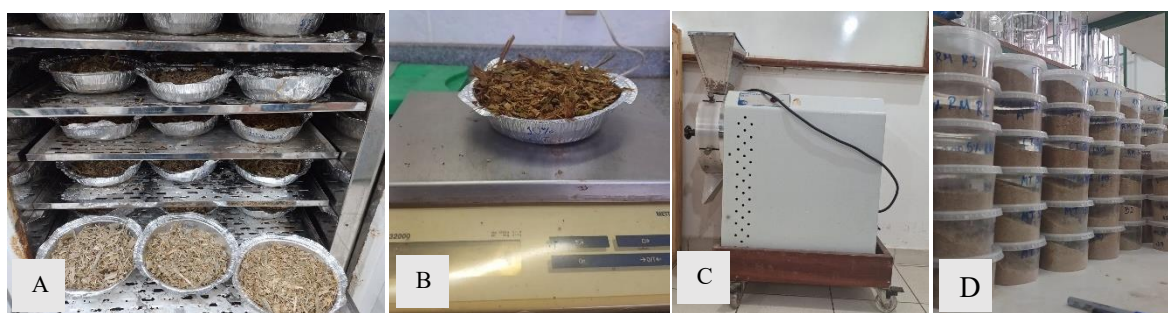


Figura 2. Processo de pré-secagem das amostras após abertura dos silos. (A) Amostras dos silps em estufa; (B) Pesagem das amostras das silagens; (C) Moinho Willey utilizado para triturar as amostras após a pré-secagem e (D) Amostras armazenadas em potes de plásticos.

Fonte: ANDRADE (2025); MELO (2025).

Foram realizadas análises bromatológicas para determinar os teores de matéria seca (INCT-CA G-003/1), matéria orgânica (INCTCA M-001/1) e nitrogênio total (N) (INCT-CA N-001/1), conforme técnicas descritas por Detmann *et al.* (2012), e o teor de proteína bruta foi obtido multiplicando-se o teor de Nitrogênio pelo fator 6,25. Para as análises da fibra insolúvel em detergente neutro foi utilizado o método INCT-CA F-002/1, conforme técnicas descritas por Detmann *et al.* (2012).

Dados os procedimentos para determinar a MS, iniciou-se preparando as capsulas de alumínio, marcando conforme a metodologia (3/1), depois foram aquecidas por 30 minutos em estufa de 105°C, retiradas após esse tempo, foram levadas e resfriadas no dessecador por cerca de 10 minutos e, em seguida, pesadas na balança analítica. Com o peso da capsula determinado, foi pesado 3g de cada amostra dos silos nos potes identificados, a partir da pesagem foram levadas pra secagem por mais 24 horas na mesma estufa de 105°C, após o tempo de secagem estipulado, retirou-se as capsulas da estufa e transferidas para o dessecador para resfriamento, com a utilização de uma pinça, ocorrendo a pesagem final na balança analítica. Para garantir a precisão das análises, todo o procedimento foi realizado em triplicatas (Figura 3).



Figura 3. Materiais utilizados nas análises para determinação de Matéria Seca (MS). (A) Capsulas de alumínio com amostras; (B) balança analítica; (C) Dessecador com capsulas resfriando e (D) Amostras na estufa.
 Fonte: ANDRADE (2025); MELO (2025); RODRIGUES (2025).

Para o procedimento de cinzas, no qual se quantifica os resultados de matéria mineral e matéria orgânica, requer o uso de capsulas de porcelanato, denominado de cadinhos. Tal como a análise de umidade, o cadinho vazio foi marcado e submetido ao aquecimento em mufla a 550°C, retirada após 40 minutos e colocada no dessecador para resfriamento dos mesmos e sendo realizadas as pesagens na balança analítica. Determinado os pesos do cadinho, realizou-se a pesagem usando 3g das amostras dos silos em triplicata, pós-pesagem as amostras foram levadas novamente para a mufla de 550°C por 4 horas. O Aquecimento é mantido até que o resíduo apresente uma coloração branco ou cinza-claro, indicando que a matéria orgânica foi completamente queimada. Após a incineração, o cadinho com o resíduo foi retirado da mufla, transferida para o dessecador, resfriando por 20 a 30 minutos, e logo após realizando o peso final do cadinho mais o resíduo na balança analítica (Figura 4).



Figura 4. Materiais utilizados nas análises de cinzas das silagens. (A) Peso do cadinho em balança analítica; (B) Mufla de 550°C; (C) cadinhos mais amostras na mufla para aquecimento e (D) Cadinho com resíduo no dessecador.
 Fonte: ANDRADE (2025); MELO (2025); RODRIGUES (2025).

Para as análises de PB, os tubos de ensaio foram previamente identificados conforme as repetições das amostras (3/1). Em seguida, foram pesados 0,2g de material de cada silo em papel vegetal na balança analítica, transferindo-se posteriormente para os respectivos tubos. Após a pesagem, adicionou-se uma colher dosadora de mistura catalítica (composta por 94g de sulfato de potássio e 5g de sulfato de cobre) e, posteriormente, foram pipetados 5 mL de ácido sulfúrico concentrado em cada tubo. Os tubos contendo as amostras foram colocados no bloco digestor para a etapa de digestão, realizada por aproximadamente 4 horas, com temperatura final de 350°C. A elevação da temperatura foi feita de forma gradual, em incrementos de 50°C, até atingir o ponto de digestão. Ao término dessa fase, as amostras apresentavam coloração verde-clara a azul-clara, indicando digestão completa. Após o resfriamento inicial, adicionou-se 10 mL de água destilada em cada tubo. Em seguida, procedeu-se à destilação das amostras no destilador de nitrogênio. O destilado obtido foi submetido à titulação, etapa final em que foram registrados os valores utilizados para o cálculo do teor de proteína bruta (Figura 5).



Figura 5. Materiais utilizados nas análises de proteína bruta (PB). (A) Tubo de ensaios devidamente identificados; (B) Peso das amostras em papel vegetal na balança analítica; (C) Tubo preparado com mistura catalítica e ácido sulfúrico; (D) Bloco digestor com as amostras pra digestão; (E) Amostras digeridas e (F) Destilador de nitrogênio.

Fonte: ANDRADE, 2025.

Em relação as análises de FDN, foram confeccionados saquinhos de TNT com dimensões de 10 × 5 cm, os quais foram selados com selador manual com temporizador e devidamente identificados com lápis permanente. Inicialmente, os saquinhos foram imersos em solução de detergente neutro comercial em ebulição por 15 minutos. Após o aquecimento, realizou-se a lavagem sequencial com água destilada quente para completa remoção do detergente, seguida de imersão em acetona. Após essa etapa, os saquinhos foram secos em estufa ventilada a 60°C por 24 horas e, posteriormente, mantidos por 2 horas em estufa a 105°C. Após a secagem, os saquinhos foram resfriados em dessecador por 10 minutos e, então, pesados. Posteriormente, foram pesados 0,2 g de amostras de silagem de cada silo, em triplicata, as quais foram acondicionadas nos saquinhos previamente preparados e selados. Os saquinhos contendo as amostras foram submetidos à autoclave a 105°C por 1 hora, utilizando solução de detergente neutro em temperatura ambiente. Em seguida, os saquinhos foram novamente lavados com água destilada quente, imersos em acetona por 10 minutos e secos em estufa ventilada a 60°C por 24 horas, seguidos de 2 horas em estufa a 105°C. Por fim, os saquinhos foram mantidos em dessecador por 20 minutos para resfriamento, sendo realizada a pesagem final para determinação do teor de FDN das amostras (Figura 6).

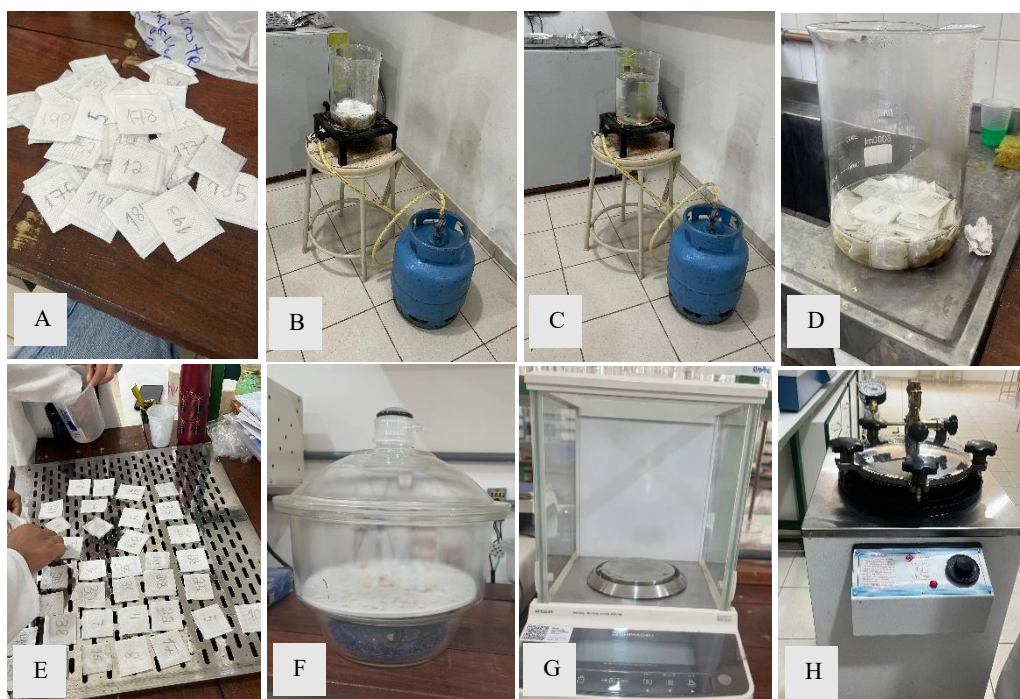


Figura 6. Materiais utilizados nas análises de Fibra em Detergente Neutro (FDN). (A) Confeção dos saquinhos TNT; (B) Saquinhos em solução de detergente neutro comercial; (C) Água destilada quente para lavagem dos saquinhos; (D) Becker utilizado nas lavagens das amostras; (E) Organizando os saquinhos para serem levados a estufa; (F) Dessecador; (G) Balança analítica e (H) Autoclave.

Fonte: ANDRADE (2025); RODRIGUES (2025).

Para as análises de pH, foram utilizados 9g da amostra de silagem, os quais foram diluídos em 60 mL de água destilada. A partir dessa solução, realizou-se a determinação do pH inicial e, posteriormente, o pH final, conforme o procedimento estabelecido por Silva & Queiroz (2002). Essa análise teve como finalidade avaliar se a adição das cascas de tucumã interferiu no processo fermentativo, auxiliando na interpretação de possíveis mudanças na qualidade da silagem.

Perdas gasosas (%MS) foram calculadas conforme a equação proposta por Schmidt (2006):

$$G = [(P_{cen-pen}) * MS_{sen}] - [(P_{cab-pen}) * MS_{sab}] \times 100 / [(P_{cen-pen}) * MS_{sen}]$$

G = Perdas por gases em % da MS;

PCen = Peso do silo cheio na ensilagem (kg);

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

MSen = Teor de MS da forragem na ensilagem (%);

PCab = Peso do silo cheio na abertura (kg);

MSab = Teor de MS da forragem na abertura (%).

Para a determinação da recuperação da matéria seca foi utilizado a equação descrita por Jobim *et al.* (2007):

$$RMS = (MF_{ab} - MS_{ab}) / (MF_{fe} \times MS_{fe}) * 100, \text{ onde:}$$

RMS = índice de recuperação de matéria seca;

MFab = massa da forragem na abertura;

MSab = teor de MS na abertura;

MFfe = massa de forragem no fechamento;

MSfe = teor de MS da forragem no fechamento.

4.4 Análise estatística

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), considerando os efeitos fixos da idade de corte, dos níveis de inclusão da casca de tucumã e da interação entre esses fatores. O modelo estatístico utilizado foi representado pela seguinte equação:

$$Y_{ijk} = \mu + I_i + A_j + (IA)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

em que:

Y_{ijk} = valor observado da variável dependente;

μ = média geral;

I_i = efeito da i -ésima idade de corte ($i = 65, 95, 125$ dias);

A_j = efeito do j -ésimo nível de inclusão da casca de tucumã ($j = 0\%, 5\%, 10\%, 15\%$);

$(IA)_{ij}$ = efeito da interação entre idade de corte e nível de inclusão;

ε_{ijk} = erro experimental associado às observações.

As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o procedimento PROC MIXED do programa Statistical Analysis System (SAS, versão 9.1) (2002).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Potencial de hidrogeniônico

A redução do pH é um dos principais indicadores de eficiência no processo fermentativo da silagem. Na tabela 1, observou-se que o pH da silagem de BRS Capiacu foi influenciado tanto pelo dia de corte quanto pelos níveis de adição de casca de tucumã.

Tabela 1. Potencial hidrogeniônico das silagens aditivadas com cascas de tucumã em diferentes dias de corte.

IDADE DE CORTE	NÍVEIS DE INCLUSÃO DE CASCA DE TUCUMÃ			
	0%	5%	10%	15%
65 DIAS	5,37	3,81	3,82	3,43
95 DIAS	3,82	4,00	4,04	4,03
125 DIAS	3,76	3,96	3,90	3,78

De acordo com os resultados, para os cortes de 65 dias o valor do pH reduziu progressivamente à medida que se elevou a adição de casca de tucumã, variando de 5,37 para 3,43 com respectivas inclusões de 0% e 15%, indicando melhoria no processo fermentativo. Tal reação se assemelham aos encontrados no trabalho de Silva (2021) em que os maiores valores de pH foram registrados nos tratamentos sem a inclusão de resíduo úmido de cervejaria (RUC) e levedura autolisada (LA), apresentando média de 3,40 nas silagens de sorgo aditivada com subprodutos de cervejaria, e somente após adição de 25% de RUC e 2,5% de LA, observaram-se valores médios de 2,6 e 3.15%, respectivamente, houve a queda do pH.

Essa resposta ao nível de inclusão sugere que a casca do tucumã apresentou função benéfica no processo de acidificação, possivelmente pela presença de carboidratos solúveis e

compostos fermentativos, como bactérias hetero ou homofermentativas, que facilitam o desenvolvimento de bactérias ácido-láticas, conhecidas também como as BAL. Segundo a afirmação de Pahlow *et al.* (2003) as bactérias ácido-láticas desempenham papel importante para que ocorra adequado processo de fermentação onde as produções de ácidos orgânicos, especialmente ácido lático, promovam a acidificação do material ensilado ocorrendo declínio do pH e inibindo o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis como enterobactérias, fungos filamentosos e leveduras.

Para o corte aos 95 dias, os valores variaram entre 3,82 e 4,04, demonstrando estabilidade do processo fermentativo independentemente dos níveis de inclusão. Já no corte aos 125 dias, os valores oscilaram entre 3,76 e 3,96, também caracterizando adequada fermentação, com leve tendência de aumento quando adicionada a casca de tucumã de 5% e 10%. Esses resultados, são semelhantes aos valores encontrados (3,59; 3,83; 3,70 e 4,27) por Barcelos *et al.* (2018) ao avaliarem silagem de capim elefante, cultivar mineiro colhido aos 70 dias após o corte de uniformização com diferentes proporções de casca de café.

As silagens apresentaram pH dentro da faixa considerada ideal para fermentação láctica, porém apresentaram menor variação entre os níveis de inclusão para os cortes aos 95 e 125 dias. Isso pode estar relacionado ao maior teor de fibra e menor disponibilidade de açúcares das plantas mais maduras, reduzindo a influência direta da casca do tucumã no processo fermentativo.

A inclusão da casca de tucumã mostrou-se ser mais efetiva no corte mais jovem com 65 dias, quando o capim apresenta melhor composição para fermentação, pois forrageiras em estágios iniciais possuem baixo teor de lignina contribuindo para o aumento da atividade metabólica e possuindo alto conteúdo celular como proteínas e carboidratos solúveis, sendo diferente em cortes de capim mais avançados em maturação.

Segundo o estudo de Santos *et al.* (2010), a microbiota presente nas culturas forrageiras difere daquela encontrada na planta fresca, nos microrganismos que atuam durante o processo fermentativo e nos que permanecem quando a silagem é aberta. Embora as plantas apresentem uma microbiota autóctone equilibrada, etapas como colheita, transporte, corte, enchimento e compactação, além das características das espécies vegetais utilizadas ou da adição de outras plantas e aditivos, podem favorecer contaminações e alterações nessa comunidade microbiana. A multiplicação dos microrganismos presentes na massa ensilada depende das condições do ambiente, que naturalmente selecionam os grupos capazes de se desenvolver durante o processo.

5.2 Matéria seca, matéria mineral e matéria orgânica

Na tabela 2, os resultados de MS, MM e MO indicaram que não houve diferença estatística. Isso indica que os diferentes dias de corte e níveis de inclusão da casca de tucumã não promoveram alteração significativa nessas variáveis, mantendo composição química semelhante entre os tratamentos.

Tabela 2. Análises de variância de matéria seca, matéria mineral e matéria orgânica das silagens aditivadas com cascas de tucumã em diferentes dias de corte.

Variável Analisada	Trat. ¹	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
MS 0%	65 dias	2	21.688	10.844	0.583	0.5869
MS 5 %	65 dias	2	1.606.543	803.271	1.064	0.4023
MS 10%	65 dias	2	0.796	0.398	0.014	0.9865
MS 15%	65 dias	2	63.211	31.606	0.948	0.4389
MM 0%	95 dias	2	0.511	0.256	4.125	0.0747
MM 5%	95 dias	2	0.260	0.130	0.612	0.5730
MM 10%	95 dias	2	25.019	12.509	0.730	0.5203
MM 15%	95 dias	2	21.487	10.743	1.055	0.4050
MO 0%	125 dias	2	0.511	0.256	4.125	0.0747
MO 5%	125 dias	2	0.260	0.130	0.612	0.5730
MO 10%	125 dias	2	64.349	32.174	0.908	0.4525
MO 15%	125 dias	2	21.487	10.743	1.055	0.4050

Trat.¹: Identifica os níveis de tratamento analisados. GL (Graus de Liberdade): Graus de liberdade associados ao tratamento. SQ (Soma dos Quadrados): Quantidade de variação atribuível ao tratamento. QM (Quadrado Médio): SQ dividido pelos graus de liberdade. Fc (F Calculado): Razão entre QM do tratamento e QM do erro. Pr>Fc (Valor-P): Probabilidade associada ao Fc; indica se a variação observada é significativa.

Observa-se a partir desses resultados que a casca de tucumã não alterou significativamente a composição bromatológica básica da silagem, sendo segura para uso como aditivo estrutural, isto é, o material rico em fibra e baixa solubilidade empregado para melhorar a estrutura física da massa ensilada, auxiliando na compactação e no controle de umidade, isso sem comprometer o valor nutritivo fundamental (MCDONALD *et al.*, 1991). De modo semelhante, a idade de corte também não promoveu alterações bruscas nesses componentes, mantendo o padrão dentro de uma faixa constante da silagem de Capiacu. De acordo com Detmann *et al.* (2012) descreve que a MS de capins tropicais apresenta baixa sensibilidade a aditivos fibrosos.

Como pode ser observado na tabela 3, a matéria seca apresentou variações moderadas entre os cortes de 65, 95 e 125 dias, porém sem diferenças estatísticas ($P > 0,05$). Independentemente do tempo de corte, as silagens apresentaram comportamento homogêneo em relação às variáveis analisadas.

Tabela 3. Matéria seca, matéria mineral e matéria orgânica das silagens aditivadas com cascas de tucumã em diferentes dias de corte.

Variáveis	Trat. ¹	SILAGEM 65	SILAGEM 95	SILAGEM 125	Erro Padrão	Resultados do Teste Tukey
MS 0%	65 dias	95.39	91.79	92.54	2.49	a1
MS 5 %	65 dias	93.99	94.16	65.74	15.87	a1
MS 10%	65 dias	92.75	92.86	93.43	3.12	a1
MS 15%	65 dias	94.68	92.32	88.26	3.33	a1
MM 0%	95 dias	4.29	3.98	4.56	0.14	a1
MM 5%	95 dias	4.28	4.12	4.53	0.27	a1
MM 10%	95 dias	8.30	6.32	4.21	2.39	a1
MM 15%	95 dias	3.55	4.10	7.07	1.84	a1
MO 0%	95 dias	95.71	95.44	96.02	0.14	a1
MO 5%	125 dias	95.72	95.47	95.88	0.27	a1
MO 10%	125 dias	91.70	95.79	98.18	3.44	a1
MO 15%	125 dias	96.45	95.90	92.93	1.84	a1

Trat¹: Tratamento das silagens em diferentes dias de corte. Erro Padrão: Erro padrão dos tratamentos.

Silagens sem inclusão de casca do tucumã (0%) apresentaram medias uniformes 95,39; 91,79 e 92,54, todas classificadas como iguais. Entretanto, silagens com inclusão de 5% e 15%, obtiveram valores 65,74 e 88, 26 respectivamente em idade de corte aos 125 dias, mesmo com valores distantes das demais idades de corte não diferiram estatisticamente. Assim, explicado por Jobim *et al.* (2007), a matéria seca pode apresentar variações moderadas entre idades de corte, mas frequentemente sem diferença estatística, sobretudo em condições de boa compactação e fermentação.

Esse comportamento é amplamente relatado na literatura. O estudo com diferentes tempos de abertura de silo (ANJOS, 2024), onde não houve diferença significativa ($P > 0,05$) para o teor de MS entre os diferentes tempos de abertura após o fechamento do silo, cujos

valores foram de 20,66%, 20,49% e 20,69%, respectivamente. A adequada expulsão do oxigênio, resultante da alta pressão durante a compactação, associada ao teor de MS no momento da ensilagem do capim BRS Capiacu (22,11%), favoreceu a manutenção e conservação da matéria seca.

O teor de MS exerce papel fundamental no sucesso da ensilagem, pois influencia diretamente o comportamento fermentativo e a qualidade final do material conservado. De maneira geral, silagens com MS dentro de uma faixa adequada tendem a apresentar menor produção de efluentes e melhor preservação dos nutrientes, já que o ambiente se torna mais favorável ao desenvolvimento de bactérias lácticas e menos propício à proliferação de microrganismos indesejáveis. Quando a MS está muito baixa, a umidade excessiva favorece fermentações secundárias e perdas de proteína, enquanto valores muito altos dificultam a compactação e podem reter oxigênio, aumentando o risco de deterioração durante o armazenamento. Conforme descrito por McDonald *et al.* (1991) e Van Soest (1994) manter níveis equilibrados de MS é essencial para garantir boa fermentação, estabilidade e melhor aproveitamento do volumoso pelo animal.

Da mesma forma, para MM e MO não foram observados grupos que indicassem diferenças entre as condições de ensilagem. Estes resultados demonstram consistência e estabilidade do material ensilado nas diferentes idades de corte e níveis de inclusão do tucumã. McDonald *et al.* (1991) reforça que a composição mineral e orgânica da planta tende a permanecer estável durante a ensilagem, uma vez que dependem principalmente da fisiologia vegetal e não do processo de fermentação.

As médias MM de silagens não diferiram significativamente ($P > 0,05$). Assim, como o trabalho desenvolvido por Anjos (2024) sobre o estudo com diferentes tempos de abertura de silo de 18, 28 e 38 dias, onde a média de MM se manteve constante a 8,32% não havendo diferença estatística, devido ao baixo índice do efluente.

De acordo com o trabalho de Guimarães (2023) as variáveis de matéria mineral (%MM) e matéria orgânica (%MO) não apresentaram evidências que sustentassem as hipóteses alternativas, uma vez que seus efeitos linear e quadrático não foram significativos ($P > 0,05$) em função dos níveis de resíduo de panificação avaliados, mas observou-se, contudo, que %MM e %MO mantêm uma relação inversamente proporcional, isto é, o aumento de uma dessas frações resulta na redução da outra.

5.3 Nitrogênio, proteína bruta e fibra em detergente neutro

Diferentemente das variáveis MS, MM e MO, os teores de nitrogênio total e proteína bruta apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$), especialmente na silagem de 65 dias. Esse resultado é coerente aos encontrados na literatura de que plantas mais jovens apresentam maior concentração proteica.

Tabela 4. Nitrogênio, proteína bruta e fibra em detergente neutro das silagens aditivadas com cascas de tucumã em diferentes dias de corte.

Variáveis	65 dias	95 dias	125 dias	$P < 0,05$	Resultados do Teste de Tukey
N 0%	1.3	1.0	1.3	0.0821	a1
N 5%	1.6	1.3	1.0	0.0000	a2
N 10%	1.7	1.3	1.0	0.0000	a2
N 15%	1.5	1.3	1.0	0.0000	a2
PB 0%	8.0	6.0	7.1	0.0010	a2
PB 5%	9.7	7.9	6.6	0.0000	a2
PB 10%	10.5	7.9	6.4	0.0000	a2
PB 15%	9.2	8.0	6.4	0.0000	a2
FDN 5%	64.4	70.16	70.4	0.1599	a1
FDN 10%	62.0	59.7	68.1	0.3733	a1
FDN 15%	61.3	67.2	65.6	0.8541	a1

Na tabela 4, com base nos valores obtidos para nitrogênio total (N), observa-se efeito significativo, para a maioria dos níveis de inclusão da casca de tucumã, indicando que o aditivo influenciou a fração nitrogenada em função da idade de corte.

Aos 65 dias de corte, registraram-se os maiores valores de N para os níveis de inclusão de 5% (1,6), 10% (1,7) e 15% (1,5), refletindo maior disponibilidade de compostos nitrogenados em plantas mais jovens. Já aos 95 e 125 dias de corte, os valores permaneceram mais baixos e estáveis (1,0 e 1,3%), indicando redução da fração nitrogenada com o avanço da

maturidade. Essa resposta das medias também são observadas no trabalho de Neumann *et al.* (2007) onde avaliaram a qualidade das silagens obtidas sobre o nível de perdas de matéria ocorridas durante o processo fermentativo em dois tipos de silo, com medias de 2,6 e 3,7 % N total de silos PVC tipo laboratorial e de campo tipo trincheira.

Esse comportamento é bastante mencionado na literatura, uma vez que forragens jovens possuem maior proporção de folhas, menor concentração de fibra e maior teor de compostos nitrogenados, contribuindo diretamente para o aumento da proteína bruta (VAN SOEST, 1994) e reafirmado em estudos de Detmann *et al.* (2012). Dessa forma, como apontado por Jobim *et al.* (2007) com o avanço da maturidade da forragem, ocorre a diminuição do nitrogênio devido ao aumento de fibra estrutural, o que altera as variações do teor de PB.

Conforme a literatura descreve, o nitrogênio é um dos principais elementos relacionados ao valor nutritivo das plantas forrageiras, pois está diretamente ligado à síntese de aminoácidos, proteínas e compostos essenciais ao metabolismo animal. Na silagem, o teor de N é utilizado como indicador na estimativa da PB, sendo assim, um parâmetro fundamental para avaliar a qualidade nutricional do volumoso.

As respostas das análises de PB demonstraram diferenças estatisticamente significativas ($P < 0,05$), entre as idades de corte avaliadas e entre os níveis de inclusão da casca de tucumã, evidenciando que a PB é uma variável altamente influenciada pela maturidade fisiológica da planta e pela composição química do aditivo incorporado ao material ensilado. Verificou-se diferença significativa entre os tratamentos, com destaque para os cortes aos 65 dias, onde o aumento da inclusão do tucumã elevou a PB de forma consistente, atingindo o maior valor no nível de 10% (10,5), seguido de 5% (9,7) e 15% (9,2), contrastando com valores inferiores nos cortes mais tardios, especialmente aos 125 dias, onde PB variou entre 6,4 e 7,1%.

No que diz a respeito sobre o processo fermentativo, silagens produzidas com plantas jovens tendem a preservar maiores quantidades de nitrogênio verdadeiro, pois apresentam menor intensidade de proteólise e maior predominância de fermentação láctica, conforme apontado por McDonald *et al.* (1991). Isso explica o resultado superior no teor de PB aos 65 dias com a inclusão do aditivo, indicando que a maturidade fisiológica da planta foi o principal fator determinante para a variação da PB no presente estudo.

Aos 95 e 125 dias de corte, observa-se redução gradual da PB com o aumento da maturidade da planta, independentemente do nível de tucumã. Plantas mais maduras possuem maior lignificação, maior teor de fibras estruturais e menor concentração de compostos nitrogenados solúveis, o que explica os menores valores nos cortes tardios, comportamento

descrito por Detmann *et al.* (2012) e característica comum em capins de clima tropical. Sobretudo, diante dos resultados as adições de 5%, 10% e 15%, com medias entre 7,9 e 8,0% aos 95 dias de corte das silagens, estão dentro do recomendado, de acordo com Van Soest (1994), o mínimo de proteína aceitável pelos ruminantes é 7%.

Para as análises em FDN, verificou-se que não houve diferença estatística ($P>0,05$), os valores oscilaram entre 59,7% e 70,4%, mantendo padrão estável, uma vez que a maturidade fisiológica e a inclusão da casca de tucumã não foram suficientes para alterar significativamente a fração de parede celular da silagem, indicando que o uso do aditivo não elevou a fibra de forma expressiva.

5.4 Perdas por gases e recuperação de matéria seca

Os resultados da Tabela 5, mostram que as perdas por gases e a recuperação da matéria seca variaram de acordo com a idade de corte e com os níveis de inclusão da casca de tucumã na silagem de BRS Capiaçú. Essas variáveis são fundamentais para avaliar a eficiência do processo fermentativo, pois indicam a preservação dos nutrientes durante a ensilagem.

Tabela 5. Perdas por gases e recuperação de matéria seca das silagens aditivadas com cascas de tucumã em diferentes dias de corte.

Variáveis	65 dias	95 dias	125 dias	P<0,05	Resultados do Teste de Tukey
PG 0%	2.0	2.0	2.0	10.000	a1
PG 5%	7.8	7.8	8.0	0.1599	a1
PG 10%	7.5	7.5	8.2	0.0000	a2
PG 15%	8.3	8.3	8.6	0.0051	a2
RMS 0%	76.3	76.3	81.1	0.7193	a1
RMS 5%	61.0	61.0	54.6	0.1833	a1
RMS 10%	61.4	61.4	51.0	0.0178	a2
RMS 15%	65.8	65.8	42.6	0.1579	a1

As adições de 0 % e 5% de casca de tucumã, as perdas por gases não diferiram estatisticamente entre os cortes ($p > 0,05$), permanecendo estáveis entre 2,0 e 8,0%, dependendo

do nível. Entretanto, as maiores médias foram verificadas com 15% de inclusão aos 125 dias (8,6%), seguido de 10% aos 125 dias (8,2%), diferindo dos cortes aos 65 e 95 dias que apresentam boa estabilidade, contribuindo para uma boa fermentação e havendo dessa forma perdas menos significativas dos gases.

As perdas por gases estão diretamente relacionadas à intensidade da fermentação dentro do silo. Segundo McDonald *et al.* (1991), valores elevados de perdas gasosas estão associados à ação de microrganismos indesejáveis, como clostrídios ou enterobactérias, que utilizam matéria orgânica e carboidratos solúveis, liberando CO₂ e outros gases. Forragens quando se realizado cortes tardios, como aos 125 dias, apresentam maiores teores de fibra e menores teores de carboidratos solúveis, dificultando a fermentação láctica. Conforme descrito por Van Soest (1994), quanto menos substrato fermentável, irá ocorrer fermentações secundárias e maior produção de gases.

Para recuperação de matéria seca, os valores variaram entre 42,6 e 81,1%, evidenciando maior recuperação no tratamento 0% aos 125 dias (81,1%), seguido de 0% aos 65 e 95 dias (76,3%). Os menores valores foram observados com a inclusão de 15% aos 125 dias (42,6%) e 10% aos 125 dias (51,0%), refletindo maior perda de matéria seca nesses tratamentos. Segundo Guimarães (2023) valores elevados de RMS estão associados ao aumento das perdas por gases, especialmente aquelas decorrentes de fermentações indesejáveis, nas quais ocorre maior produção de CO₂, e conforme apontado por Jobim *et al.* (2007), maiores perdas gasosas implicam menor recuperação de MS, uma vez que o material perdido na forma de CO₂ sai da massa ensilada.

Dessa maneira, a menor RMS no capim cortado aos 125 dias com inclusão de 10 e 15% está associada a maturidade da forragem, onde apresentam mais lignificação e menos substratos simples, o que ocasiona numa fermentação menos eficiente e maior degradação da MS, assim como apontado por Van Soest (1994).

6. CONCLUSÃO

A inclusão das cascas de tucumã na silagem de BRS Capiacu demonstrou viabilidade técnica e potencial de uso como aditivo sequestrante de umidade. A composição bromatológica básica da matéria seca, matéria mineral e matéria orgânica, não apresentou diferenças significativas entre tratamentos, evidenciando estabilidade nutricional mesmo com níveis crescentes de adição.

No comportamento fermentativo, observou-se que o corte de 65 dias respondeu melhor à inclusão do aditivo, reduzindo o pH de 5,37 (0%) para 3,43 (15%), indicando fermentação láctica eficiente. Em contrapartida, níveis elevados de inclusão (10 e 15%) aos 125 dias elevaram as perdas gasosas, alcançando 8,2% e 8,6%, respectivamente, enquanto a maior recuperação de matéria seca foi obtida no tratamento sem aditivo aos 125 dias (81,1%).

Dessa forma, a utilização de baixos níveis de cascas de tucumã em 5%, associada à cortes jovens aos 65 dias, apresentou melhor equilíbrio fermentativo e preservação de massa ensilada. O aproveitamento deste resíduo regional agrega valor à cadeia produtiva, contribui para redução de impactos ambientais e oferece alternativa sustentável para o desenvolvimento da pecuária amazônica.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, R. C.; NUSSIO, L. G. (2011). **Fungos e micotoxinas em silagens**: In: Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas, Anais..., 221-250.
- ANJOS, L. M. dos **Avaliação de silagem de capim BRS Capiacu com diferentes intervalos de abertura após fechamento do silo**. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Arapiraca, 2024.
- BARCELOS, A. F.; CARVALHO, J. R. R.; TAVARES, V. B.; GONÇALVES, C. C. M. **Valor nutritivo e características fermentativas da silagem de capim-elefante com diferentes proporções de casca de café**. *Ciência Animal Brasileira*, v. 19, p. 1–12, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-6891v19e-27432>.
- BENACHIO, S. (1965). **Níveis de melaza em silo experimental de milho crillo (Sorghum vulgare)**. *Agronomia Tropical*, 14, 291-297.
- BERNARDES, T. F.; SCHMIDT, P.; DANIEL, J. L. P. **An overview of silage production and utilization in Brazil**. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE. Piracicaba:ESALQ, 623 p., 2015.
- BERNARDES, T. F.; SOUZA, N. S. S.; SILVA, J. S. L. P. et al. **Uso de inoculante bacteriano e melão na ensilagem de capim-elefante**. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 56, n. 2, p.173-178, 2013.
- CALZAVARA, B.B. **Fruticultura tropical amazônica**. In: I SEMINÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 1968, Cruz das Almas, Bahia, Embrapa Amazônia Oriental, 1968.
- CHERNEY, J.H.; CHERNEY, D.J.R. (2003). **Assessing Silage Quality**. In *Silage Science and Technology* (eds D.R. BUXTON, R.E. MUCK and J.H. HARRISON). <https://doi.org/10.2134/agronmonogr42.c4>
- CITE - CENTRO DE INTELIGÊNCIA PARA GOVERNANÇA DE TERRAS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Raio X das pastagens da Amazônia Legal**. 2024.
- CRUZ, F.G.G.; RUFINO, J.P.F. **Formulação e fabricação de rações (aves, suínos e peixes)**. Manaus, Brasil: EDUA, 2017.
- CRUZ, F.G.G.; RUFINO, J.P.F.; MELO, R.D.; FEIJÓ, J.C.; DAMASCENO, J.L.; COSTA, A.P.G.C. **Perfil socioeconômico da avicultura no estado do Amazonas, Brasil**. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, v. 9, n. 2, p. 371-391, 2016. <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2016v9n2p371-391>
- DETMANN, E.; SOUZA, M. D.; VALADARES FILHO, S. C.; QUEIROZ, A. D.; BERCHIELLI, T. T.; SALIBA, E. O. S.; AZEVEDO, J. A. G. 2012. **Métodos para análise de alimentos**. Visconde do Rio Branco, Suprema, Minas Gerais, Brasil.
- DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. 3. ed. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 190 p, 2007.

DIDONET, A. A. **O mercado de um produto florestal não madeireiro e o resíduo sólido gerado pela sua comercialização: o caso do tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G. Mey.) nas feiras de Manaus.** 2012. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais), Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Manaus, 2012.

DIDONET, A. A.; FERRAZ, I. D. K. **O Comércio De Frutos De Tucumã Nas Feiras De Manaus (Amazonas, Brasil).** Revista Brasileira de Fruticultura, v. 36, p. 353–362, 2014.

FERRARI JUNIOR, E., PAULINO, V. T., POSSENTI, R. A., & LUCENAS, T. L. (2009). **Aditivos em silagem de capim Elefante Paraíso (*Pennisetum hybridum* cv. Paraíso).** Archivos de Zootecnia, 58(222), 185–194. DOI: <https://doi.org/10.4321/s0004-05922009000200003>

FERREIRA, E. S.; LUCIEN, V. G.; AMARAL, A. S. et al. **Physicochemical characterization of the fruit and oil extracted from tucuman (*Astrocaryum vulgare* Mart.).** Alimentos e Nutrição, v.19, p.427-433, 2008.

FERREIRA, J.A., et al. **Avaliação da extração líquido-líquido para redução do índice de acidez do óleo da polpa de tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.).** Science Direct. Volume. 257, fev. 2021.

FIALHO, E. T.; BARBOSA, H. P. **Alimentos alternativos para suínos.** UFLA/FAEPE, Lavras/MG, 232 p. 2009.

FRIEDRICHSEN, J. S. A. et al. **O uso adequado dos resíduos da agroindústria sucroalcooleira para o desenvolvimento de subprodutos: uma revisão.** Research, Society and Development, v. 11, n. 13, p. e597111336082-e597111336082, 2022.

GENTIL, D.F.O.; FERREIRA, S.A.N. (2005). **Morfologia do *Astrocaryum aculeatum* Meyer (Arecaceae) em desenvolvimento.** Acta Amazônica, v. 35, n. 3, p. 337-342, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672005000300005>

GUIMARÃES, C.G., et al. **Fermentative losses and lactic acid content of elephant grass silages added with macaúba cake.** Bioscience Journal. 2023, 39, e39016. <https://doi.org/10.14393/BJ-v39n0a2023-62854>

GUIMARÃES, W. V. G. **Qualidade de silagem de BRS Capiaçú (*Cenchrus purpureus* (Schum.) Morrone) com adição de resíduo de panificação.** 2023. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2023.

HENDERSON, N. **Silage additives.** Animal Feed Science and Technology, v. 45, p. 35- 56, 1993.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa da Pecuária Municipal – Amazonas.2024. Disponível em: [Pesquisa da Pecuária Municipal | IBGE](#). Acesso em: 03 nov. 2025.

JOBIM, C. C. et al. **Avanços metodológicos na avaliação da qualidade de forragens conservadas.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 36, supl., p. 101–119, 2007.

JOBIM, C. C., & NUSSIO, L. G. (2013). **Princípios básicos da fermentação na ensilagem**. In: Reis, R. A., Bernardes, T. F.; Siqueira, G. R. Forragicultura: Ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros. Jaboticabal-SP: FUNEP, 649-660.

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

JORDÃO, G.; BORGES, K.; PAGOTTO, L.; FERRAZ, T. Apresentação: conectando alimentação, cultura, economia, floresta e clima. In: UMA CONCERTAÇÃO PELA AMAZÔNIA; INSTITUTO CLIMA E SOCIEDADE (Org.). **Sistemas agroalimentares e Amazônias**. 1. ed. São Paulo: Editora Jandaíra, 2025. p. 12–24.

KAHN, F.; MILLÁN, B. **Astrocaryum (Palmae) in Amazonia a preliminary treatment**. Bull. Inst. Fr. Etudes Andines, 21(2): 459 - 531. 1992.

LEITÃO, A.M. **Caracterização morfológica e físico-química de frutos e sementes de Astrocaryum aculeatum Meyer (Arecaceae), de uma floresta secundária**. 91f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Universidade Federal do Amazonas, Manaus. 2008.

LIMA, A. L. S.; LIMA, K. S. C.; GODOY, R. L. O.; ARAUJO, M.; PACHECO, S. **Aplicação de baixas doses de radiação ionizante no fruto brasileiro tucumã (Astrocaryum vulgare Mart.)**. Acta Amazonica. v. 41(3), p. 377 – 382, 2011.

LOPES, F. C. F.; MORENZ, M. J. F.; LÉDO, F. J. S.; CARNEIRO, J. C.; PACIULLO, D. S. C.; ANDRADE, P. J. M.; MORAES, C. T. **Chemical composition and fatty acid profile of BRS Capiaçú ensiled at different regrowth ages**. Seminário: Ciências Agrárias, Londrina, v. 42, n. 3, suplemento 1, p. 1981-2004, 2021. DOI: 10.5433/1679 0359.2021v42n3Supl1p1981.

MACEDO, A. J. S., et al. **Potencialidades e limitações de plantas forrageiras para ensilagem: Revisão de Literatura**. Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal, v.15, n.1, p. 1 – 17, Jan – Mar., 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20210010>. Acesso em: 02 nov. 2025.

MCDONALD, P., HENDERSON, A. R., & HERON, S. J. E. (1991). **The biochemistry of silage**. Chalcombe publications, Bucks, UK.

MONÇÃO, F. P.; COSTA, M. A. S.; RIGUEIRA, J. P. S.; MOURA, M. M. A.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; GOMES, V. M.; LEAL, D. B.; MARANHÃO, C. M. A.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; CHAMONE, J. M. A. **Produtividade e valor nutricional do Capim-elefante cv. BRS Capiaçú em diferentes idades de rebrota**. Seminário: Ciências Agrárias, Londrina, v. 40, n. 5, p. 2045-2056, 2019. DOI: 10.5433/1679-0359.2019v40n5p2045

MOTA M.R.; MEDEIROS, C.M. **Balanço hídrico na região de Manaus - AM**. Revista da Universidade do Amazonas. Série Ciências Agrárias 10, p. 73-78, 2002. BERNARDES et al., 2013.

MOURA, M. C. D. O. **Caracterização do perfil em ácidos graxos do óleo de palmeiras encontradas no estado de Roraima.** 2013. 132 f. Dissertação (Mestrado em Química). Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2013.

NEGREIROS, T. S. **Avaliação do resíduo de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) na alimentação de ovinos.** 2023. 61 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros). Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2023.

NEUMANN, M., MÜHLBACH, P. R. F., NÖRNBERG, J. L., Ost, P. R., RESTLE, J., SANDINI, I. E., & ROMANO, M. A. (2007). **Características da fermentação da silagem obtida em diferentes tipos de silos sob efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita das plantas de milho.** *Ciência Rural*, 37(3), 847–854. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0103-84782007000300038>

OLIVEIRA M.L. et al. **Reserva Ducke: A biodiversidade amazônica através de uma grade.** (PPBio: Manaus, 2011).

OLIVEIRA, A. C. T. **Efeito da adubação fosfatada no desenvolvimento inicial da cultivar BRS Capiaçú (*Pennisetum purpureum* Schum.).** 2023. 21 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) – Universidade Federal do Amazonas, Parintins, 2023. Orientador: Michel do Vale Maciel.

OLIVEIRA, I.J. et al. **Recomendações técnicas para o cultivo de milho no Amazonas.** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2018. 28 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Circular Técnica, 68).

OLIVEIRA, J. S. **BRS Capiaçú: Qual o momento certo para fazer a silagem.** EMBRAPA COMUNICADO TECNICO. Juiz de Fora, MG. Out, 2023.

OLIVEIRA, R. L.; LEÃO, A. G.; L. L. ABREU, L. L. et al. **Alimentos alternativos na 30 dieta de ruminantes.** *Revista científica de produção animal*, v. 15, n. 2, p. 141-160, 2014.

PAHLOW, G., MUCK, R. E., DRIEHUIS, F., ELFERINK, S. J. O., & SPOELSTRA, S. F. (2003). **Microbiology of ensiling.** *Silage science and technology*, 42, 31-93. doi: <https://doi.org/10.2134/agronmonogr42.c2>.

PAULA, P. R. P.; NEIVA JÚNIOR, A. P.; SOUZA, W. L.; ABREU, M. J. I.; TEXEIRA, R. M. A.; CAPELLE, E. R.; TAVARES, V. B. **Composição bromatológica da silagem de capim elefante BRS Capiaçú com inclusão fubá de milho.** *PUBUVET*, v.14, n.10, a680. 1-11p. 2020.

PAULO, J. V. L. de; ANTONIO NETO, S. M; COSTA, A. S. da; TONIN, A. A; SOUSA, I. K. F. de; SOUSA, R. dos S. **Caracterização da produção leiteira na mesorregião centro-amazonense no estado do Amazonas.** *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v. 24, e20230019, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbspa/a/k7sYZw6X8KYvfzXT3rwwmyK/>. Acesso em: 13 nov. 2025.

PAZDIORA, R. D. et al. **Digestibilidade, comportamento ingestivo e desempenho de ovinos alimentados com resíduos de agroindústrias processadoras de frutas.** *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 71, n. 6, pág. 2093-2102, 2019.

PEDROSO, A. D. F., NUSSIO, L. G., PAZIANI, S. D. F., LOURES, D. R. S., IGARASI, M. S., COELHO, R. M., PACKER, H. I., HORII, J., & GOMES, L. H. (2005). **Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage**. *Scientia Agricola*, 62(5), 427-432. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0103 90162005000500003>.

PEREIRA, A.V.; LÉDO, F.J.d.S.; MACHADO, J.C. **BRS Kurumi e BRS Capiaçú—Novos cultivares de gramíneas elefante para pastoreio e sistema de corte e transporte**. *Raça de Culturas. Appl. Biotecnol.* 2017, 17, 59–62.

PEREIRA, A.V; LEDO, F. J.S; MORENZ, M. J. F; LEITE, J.L.B; SANTOS, A.M.B; MARTINS, C.E; MACHADO, J.C. **BRS Capiaçú: cultivar de capim-elefante de alto rendimento para produção de silagem**. Embrapa Gado de Leite-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2016.

RAMOS, B. L. P.; PIRES, A. J. V.; CRUZ, N. T.; SANTOS, A. P. S.; NASCIMENTO, L. M. G.; SANTOS, H. P.; AMORIM, J. M. S. **Perdas no processo de ensilagem: uma breve revisão**. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 5, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i5.14660.

RÊGO, A. C. et al. **Ensilagem de alimentos não convencionais**. In: III SIMPÓSIO DE CONSERVAÇÃO DE FORRAGENS, 2025. Anais [...]. Even3 Publicações, 2025. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/iii-simposio-de-conservacao-de-forragens-452288/1061488-ensilagem-de-alimentos-nao-convencionais/>. Acesso em: 22 nov. 2025.

RETORE, M. et al. **Efeito da fibra de coprodutos agroindustriais e sua avaliação nutricional para coelhos**. *Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 62, n. 5, p.1232-1240, out. 2010.

RETORE, M.; ALVES, J. P.; ORRICO JUNIOR, M. A. P.; MENDES, S. da S. **Qualidade da silagem do capim-elefante BRS Capiaçú**. Comunicado Técnico – Embrapa Agropecuária Oeste, n. 261, Dourados, MS, dez. 2020. Disponível em: https://www.embrapa.br/documents/1355202/12027657/COT_261_Qualidade_silagem_capim_BRS_Capiaçú.pdf. Acesso em: 6 out. 2025.

SÁ, K. N. **Avaliação do resíduo de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) na alimentação de ruminantes**. 61 f.; il.; 31 cm. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros) – Universidade Federal do Amazonas. Manaus, AM. 2023.

SALAMI, S. A. et al. **Sustainability of feeding plant by-products: A review of the implications for ruminant meat production**. *Animal Feed Science and Technology*, v. 251, p. 37-55, 2019.

SÁNCHEZ-GUERRA, N.A.; GONZALEZ-RONQUILLO, M.; ANDERSON, R.C.; Hume, M.E.; RUIZ-ALBARRÁN, M.; BAUTISTA-MARTÍNEZ, Y.; ZÚÑIGA-SERRANO, A.; NÁJERA-PEDRAZA, O.G.; SALINAS-CHAVIRA, J. **Melhorias na fermentação e qualidade nutritiva da grama-elefante *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Silos de Morrone: Uma resenha**. *Animação Trop. Produção de Saúde*. 2024, 56, 171.

SANTOS, H. N. **Concentração plasmática de N ureico e glicose e excreção de ureia em vacas leiteiras alimentadas com farelo de amendoim em substituição ao farelo de soja da dieta.** Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2017.

SANTOS, S. dos; FRISSE, R. M.; CASTRO, T. M. M. G. de; SILVA, L. da S. e; SILVA, V. da S. e; SOUSA, R. T. de; OLIVEIRA, A. da. C.; SANTOS, M. dos. **Análise centesimal da silagem do capim elefante BRS capiaçu com diferentes níveis de inclusão de milho moído.** OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA, [S. l.], v. 22, n. 5, p. e. 4416, 2024. DOI: 10.55905/oelv22n5-166.

SANTOS, R. D, PEREIRA L. G. R, NEVES A. L. A. **Características agrônômicas de variedades de milho para produção de silagem Maringá,** Acta Scientiarum. Animal Sciences, v. 32, n. 4, p. 367-373, 2010.

SCHEIBLER, R. B. **Avaliação produtiva, nutricional e formas de utilização da forrageira Pennisetumpurpureum (Schumach) cv. BRS Kurumi.** Tese (Doutorado), Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Pelotas, 96 p., 2018.

SCHMIDT, P. 2006. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar.** Piracicaba. Tese (Doutorado em Agronomia). USP. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 228p.

SEBRAE. **Pecuária sustentável em alta: Amazonas lidera crescimento do rebanho bovino no país.** 2024. Disponível em: <https://am.agenciasebrae.com.br/>. Acesso em: 13 nov. 2025

SHANLEY, P.; MEDINA, G. **Frutíferas e plantas úteis na vida amazônica.** Ilustrado por Silvia Cordeiro, Antônio Valente, Bee Gunn, Miguel Imbiriba, Fábio Strympl. Belém: CIFOR, Imazon, p. 209-222, 2005.

SILVA, A. R. R. da. **Silagens de sorgo (Sorghum bicolor L. Moench) aditivadas com subprodutos de cervejaria.** 2021. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2021.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos.** 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SILVA, G. M. da. et al. **Fatores anti qualitativos em silagens.** Revisão. PubVet. Maringá, v. 9, n. 12, p. 502-510. Dez., 2015.

SILVA, V. L. da.; FREITAS, P. V. D. X. de; CAETANO, G. A. de O.; FRANÇA, A. F. de S. **Cana energia e produção de silagem como estratégia para alimentação animal.** Veterinária e Zootecnia, Botucatu, v. 27, p. 1–13, 2020. DOI: <https://doi.org/10.35172/rvz.2020.v27.507>.

SIMÕES, D. L. V. (2010). **Composição nutricional e elaboração do biscoito e da barra de cereal do fruto de tucumã (Astrocaryum vulgare Mart.).** Dissertação de Mestrado em Tecnologia e Segurança Alimentar, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

TEIXEIRA, F. A.; AMIN, W. G.; & PAULA, M. S. (2009). **Avaliação da produtividade das silagens de girassol, milho, sorgo e milheto em diferentes espaçamentos**. Nucleus, 6(2), 69-81. Recuperado: <file:///C:/Users/agrob/Downloads/Dialnet-AvaliacaoDaProdutividadeDasSilagensDeGirassolMilho-4034562.pdf>.

TEIXEIRA, U. H. G. et al. **Coprodutos agroindustriais para suplementos**. PubVet, Londrina, v. 8, n. 14, p. 1698-1821, art. 1749, jul. 2014.

TOMICH, T.R.; PEREIRA, L.G.R.; GONÇALVES, L.C. et al. **Características para avaliação do processo fermentativo de silagens: uma proposta para qualificação da fermentação**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 20p. (Documentos, 57).

VAN SOEST, P. J. **Nutritional Ecology of the Ruminant** .2. Ed. New York: Cornell University Pressa, 1994.

VASCONCELOS, B. E. C. **Avaliação das Características Físicas, Químicas e Nutricionais dos Óleos do Tucumã (Astrocaryum Aculeatum E Astrocaryum Vulgare) Obtidos Com Co2 Pressurizado**. 113 p. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Pará - Instituto de Tecnologia, Belém/PA, 2010.

VIVER GRASS FORRAGENS. Disponível em: [BRS Capiacu | Viver Grass](#) Acesso em: 06 de novembro de 2025.

YUYAMA, K. et al. **Assessment and Physico Chemical Characterization of Fruits from Different Tucuma Palm Tree Accesses for Keeping Their Preservation in Central Amazonia**. Journal of Agricultural Science, v. 8, n. 3, p. 88, 2016.

YUYAMA, L.K.O. et al., **Processamento e avaliação da vida-de-prateleira do tucumã (Astrocaryum aculeatum Meyer) desidratado e pulverizado**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v 28, n.2, p 408-412. 2008.