

INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS CERES
BACHARELADO EM ZOOTECNIA
VICTOR VIEIRA SANTANA NETO

**EFEITO DA INCLUSÃO DE FUBÁ DE MILHO NA ENSILAGEM DO CAPIM-
ELEFANTE BRS CAPIAÇU SOBRE A QUALIDADE DA SILAGEM**

CERES – GO 2026

VICTOR VIEIRA SANTANA NETO

**EFEITO DA INCLUSÃO DE FUBÁ DE MILHO NA ENSILAGEM DO CAPIM-
ELEFANTE BRS CAPIAÇU SOBRE A QUALIDADE DA SILAGEM**

Trabalho de curso apresentado ao curso de zootecnia do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Zootecnia, sob orientação do Prof. Dr. Adalto José de Souza Linhares

CERES – GO 2026

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi**

N469 Neto, Victor Vieira Santana
EFEITO DA INCLUSÃO DE FUBÁ DE MILHO NA ENSILAGEM
DO CAPIM-ELEFANTE BRS CAPIAÇU SOBRE A QUALIDADE
DA SILAGEM / Victor Vieira Santana Neto. Ceres 2026.

22f. il.

Orientador: Prof. Dr. Adalto José de Souza Linhares.
Tcc (Bacharel) - Instituto Federal Goiano, curso de 0320184 -
Bacharelado em Zootecnia - Ceres (Campus Ceres).

1. aditivos absorventes. 2. capineiras. 3. composição
bromatológica. 4. silagem. I. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Victor Vieira Santana Neto
Matrícula: 2017103201810181
Título do Trabalho: EFEITO DA INCLUSÃO DE FUBÁ DE MILHO NA ENSILAGEM DO CAPIM-ELEFANTE BRS CAPIAÇU SOBRE A QUALIDADE DA SILAGEM

Restrições de Acesso ao Documento


Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 08/06/2026
O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não
O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:


- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

 Documento assinado digitalmente
VICTOR VIEIRA SANTANA NETO
Data: 07/06/2026 14:28:02 -0500
Verifique em: <https://repositorio.ifgoiano.br>

Ceres-Go, 08/06/2026.
Loca Data

Assinatura do Autor o/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

 ADALTO JOSÉ DE SOUZA
Data: 08/06/2026 21:05:47 -0500
Verifique em: <https://repositorio.ifgoiano.br>

Assinatura do(a) orientador(a)

ANEXO IV - ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO


Ao(s) 21 dia(s) do mês de Maio do ano de dois mil e vinte e seis, realizou-se a defesa de Trabalho de Curso do(a) acadêmico(a) Victor Vieira Santana Neto, do Curso de Zootecnia, matrícula _____, cujo título é "Efeito da Inclusão de Fúria de Milho na Embragem do Capim-Elafante BRS-Copiacu sobre a Qualidade de Fúria". A defesa iniciou-se às 9 horas e 08 minutos, finalizando-se às 10 horas e 30 minutos. A banca examinadora considerou o trabalho APROVADO com média 8.83 no trabalho escrito, média 9.46 no trabalho oral, apresentando assim média aritmética final de 9.15 pontos, estando o(a) estudante APTO para fins de conclusão do Trabalho de Curso.

Após atender às considerações da banca e respeitando o prazo disposto em calendário acadêmico, o(a) estudante deverá fazer a submissão da versão corrigida em formato digital (.pdf) no Repositório Institucional do IF Goiano – RIIF, acompanhado do Termo Ciência e Autorização Eletrônico (TCAE), devidamente assinado pelo autor e orientador.

Os integrantes da banca examinadora assinam a presente.



Assinatura Presidente da Banca



Assinatura Membro 1 Banca Examinadora



Assinatura Membro 2 Banca Examinadora

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, a minha família meus amigos pelo incentivo e pelo apoio. Agradeço a todos os professores e colaboradores do Instituto Federal Goiano Campus Ceres em especial ao professor Adalto Jose de Souza Linhares que contribuiu muito para o meu aprendizado e a conclusão do curso a orientação dele foi de extrema importância, agradeço também a professora e coordenadora do curso Monica Maria de Almeida Brainer que sempre me apoiou e orientou no decorrer de toda a faculdade.

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito da inclusão de diferentes níveis de inclusão de fubá de milho na ensilagem do capim-elefante BRS Capiáçu sobre as características fermentativas, composição bromatológica e qualidade da silagem. O experimento foi conduzido no Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, utilizando plantas cortadas, picadas e ensiladas com 0%, 10%, 20% e 40% de inclusão de fubá, em silos experimentais de 14 L, armazenados por 6 meses. Após a abertura, foram avaliadas perdas por gases e efluentes, densidade da silagem, perfil fermentativo (pH, carboidratos solúveis, ácidos orgânicos, nitrogênio amoniacal), composição química (matéria seca, proteína bruta, fibra, amido, nutrientes digestíveis totais) e estimativas de desempenho animal. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o programa estatístico R. A inclusão crescente de fubá provocou aumento linear no teor de matéria seca de 17,94% no tratamento sem aditivo (0%) para 35,76% no tratamento com 40% de fubá. As perdas totais (efluentes + gases) reduziram de 75,55 para 11,11 kg/m³, nos tratamentos com 0 e 40% de fubá, respectivamente. Os parâmetros fermentativos também melhoraram com a inclusão, observando-se uma redução no pH, aumento dos teores de ácido lático e carboidratos solúveis e diminuição do ácido butírico e do nitrogênio amoniacal, indicando menor degradação proteica. A composição bromatológica também melhorou, com aumento nos teores de proteína bruta (de 6,77% para 9,58%), proteína digestível, extrato etéreo, amido e carboidratos não fibrosos, além de redução nos teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina. O aumento do aporte energético refletiu em maiores valores de nutrientes digestíveis totais (de 36,95% para 74,02%) que proporciona maior ganho de peso médio diário estimado (de -0,09 para 1,32 kg/UA/dia). Conclui-se que a adição de fubá de milho na ensilagem do BRS Capiáçu melhora a conservação e o valor nutricional da silagem, tornando-a mais adequada para animais com maiores exigências nutricionais. Níveis de até 40% proporcionaram as melhores respostas, embora a viabilidade econômica deva ser considerada antes da adoção prática da técnica.

Palavras-chave: aditivos absorventes; capineiras; composição bromatológica; silagem

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of different levels of cornmeal inclusion in elephant grass (BRS Capiáçu) silage on fermentative characteristics, bromatological composition, and silage quality. The experiment was conducted at Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, using cut, chopped plants ensiled with 0%, 10%, 20%, and 40% cornmeal in 14 L experimental silos, stored for 6 months. After opening, losses by gases and effluents, silage density, fermentative profile (pH, soluble carbohydrates, organic acids, ammoniacal nitrogen), chemical composition (dry matter, crude protein, fiber, starch, total digestible nutrients), and animal performance estimates were evaluated. Data were submitted to analysis of variance (ANOVA), and means were compared by Tukey's test at 5% significance level using R statistical software. Increasing cornmeal inclusion caused a linear increase in dry matter content from 17.94% in the control (0%) to 35.76% in the 40% cornmeal treatment. Total losses (effluents + gases) decreased from 75.55 to 11.11 kg/m³ in the 0% and 40% cornmeal treatments, respectively. Fermentative parameters also improved with inclusion, showing a reduction in pH, increased lactic acid and soluble carbohydrate contents, and decreased butyric acid and ammoniacal nitrogen, indicating lower protein degradation. Bromatological composition was also enhanced, with increased crude protein (from 6.77% to 9.58%), digestible protein, ether extract, starch, and non-fibrous carbohydrates, along with reductions in neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), and lignin contents. The higher energy supply reflected in greater total digestible nutrients (from 36.95% to 74.02%) and estimated average daily gain (from -0.09 to 1.32 kg/animal unit/day). It is concluded that adding cornmeal to BRS Capiáçu silage improves preservation and nutritional value, making it more suitable for animals with higher nutritional requirements. Levels up to 40% provided the best responses, although economic feasibility should be considered before practical adoption of the technique.

Keywords: absorbent additives; bromatological composition; forage crops; silage

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1. Capim-elefante (<i>Pennisetum purpureum Schum.</i>) cv. BRS Capiáçu	2
2.2. Implantação e Manejo.....	2
2.3. Ensilagem	3
2.4. Aditivos	5
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	6
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	8
4.1. Perdas de Massa	8
4.2. Parâmetros Fermentativos.....	11
4.3. Composição Proteica e Mineral	13
4.4. Composição e Estimativas de Desempenho Animal.....	15
5. CONCLUSÕES	19
6. REFERÊNCIAS.....	20

1. INTRODUÇÃO

A população mundial está crescendo, e com projeções de alcançar aproximadamente 10 bilhões até 2050 (UN, 2024). Impulsionada por esse aumento populacional, a demanda global por alimentos também deverá crescer em 13% até 2033 (OCDE-FAO, 2025), com destaque para os produtos de origem animal (Cooke *et al.* 2020).

Apesar da notável evolução nessas últimas décadas, há potencial para elevar ainda mais essa produtividade com a adoção de tecnologias e práticas de manejo adequadas para minimizar o efeito da sazonalidade de produção e qualidade da forragem. Estratégias complementares à produção a pasto, de modo a elevar a produtividade, atender à crescente demanda mundial e manter o Brasil entre as pecuárias mais competitivas do mundo.

Em meio a essa problemática, o uso de capineiras, como o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) surge como uma boa alternativa de suplementação volumosa na alimentação de rebanhos leiteiros e de corte, especialmente em épocas de menor disponibilidade de pastagens, sendo uma alternativa viável para garantir eficiência produtiva e sustentável (Moura *et al.*, 2024).

Dentre as cultivares de capim-elefante, o BRS Capiaçú apresenta-se como uma boa alternativa em função do alto potencial produtivo, podendo produzir até 50 toneladas de massa seca por hectare por ano (Pereira *et al.*, 2016).

O Capiaçú é indicado para fornecimento de volumoso *in natura* (verde picado) ou na forma de silagem. No entanto, assim como outras gramíneas tropicais, o BRS Capiaçú possui baixo teor de matéria seca e carboidratos solúveis, o que compromete uma boa fermentação da silagem e conservação (Bernardes *et al.*, 2018).

Para contornar esse problema, a utilização de aditivos absorventes de umidade, como o fubá de milho, durante a ensilagem, pode aumentar o teor de matéria seca e de carboidratos solúveis, promovendo uma fermentação adequada e garantindo a conservação das características nutricionais da forragem, além de reduzir as perdas durante o processo (Bernardes *et al.*, 2018; Paula, 2020; Santos, 2024).

Diante disto, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da inclusão de diferentes proporções de fubá de milho na ensilagem de capim-elefante BRS Capiaçú sobre as características fermentativas, composição bromatológica e qualidade da silagem produzida.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Capim-elefante (*Pennisetum purpureum Schum.*) cv. BRS Capiaçú

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum Schum.*) é uma gramínea tropical perene de elevada importância na produção animal, destacando-se por seu alto potencial produtivo, bom valor nutritivo, vigor, persistência e boa aceitação in natura por ruminantes. Sua utilização é ampla, sendo comum na suplementação de gado leiteiro e de corte, sendo fornecido como verde picado ou ensilado. Além disso, pode ser uma boa fonte de biomassa para fins energéticos, devido à elevada eficiência fotossintética e capacidade de produção de matéria seca (Pereira *et al.*, 2021).

Dentre as cultivares disponíveis, destaca-se a BRS Capiaçú, lançada oficialmente em 2015 pela Embrapa Gado de Leite, como resultado de um programa de melhoramento genético iniciado em 1992. Essa cultivar apresenta em média, produtividade cerca de 30% superior à de outras cultivares de capim-elefante (Retore *et al.*, 2020), com produção anual de matéria seca atingindo até 50 t MS/ha/ano que superar cultivos tradicionais como o milho e a cana-de-açúcar (Pereira *et al.*, 2016).

Morfologicamente, caracteriza-se pelo porte elevado, podendo alcançar 4,5 metros de altura, colmos robustos, folhas largas e elevada densidade de perfilhos. Adicionalmente, apresenta boa capacidade de rebrota e ampla adaptabilidade a diferentes condições edafoclimáticas, especialmente em regiões tropicais e subtropicais (Rocha *et al.*, 2017; Pereira *et al.*, 2021). Pode ser usada estrategicamente na suplementação volumosa de rebanhos leiteiros e de corte, sobretudo em períodos de escassez de pasto, sendo considerada uma alternativa viável para uma produção eficaz e lucrativa (Moura *et al.*, 2024).

2.2. Implantação e manejo

A cultivar BRS Capiaçú é altamente produtiva, porém apresenta elevada exigência nutricional e boas condições edafoclimáticas, sendo necessário o uso de técnicas e manejos adequados para garantir uma boa produtividade. O plantio deve ser preferencialmente realizado em áreas mecanizáveis, com possibilidade de irrigação, evitando-se locais sujeitos a alagamentos, visto que a cultivar não tolera

encharcamento (Moura *et al.*, 2024), sendo mais adequadas as áreas com perfil profundo, boa drenagem e níveis satisfatórios de fertilidade.

O acúmulo de massa verde (MV) e matéria seca (MS) pode variar com o tempo de rebrota da capineira. A partir de cerca de 90 dias após a rebrota, há uma intensificação no acúmulo de MS, atribuída ao aumento da proporção de parede celular em detrimento do conteúdo celular, além do início da senescência das folhas basais (Leal *et al.*, 2020).

A composição química da planta também sofre alterações conforme a idade de rebrota e a altura das plantas. Estudos apontam que colheitas realizadas com maior idade ou maior altura da planta resultam em aumento expressivo na produção de matéria seca por hectare. No entanto, essa elevação vem acompanhada da redução no valor nutricional da forragem, principalmente em razão do acúmulo de lignina na parede celular, que reduz a digestibilidade dos componentes fibrosos (Alves *et al.*, 2022; Moura *et al.*, 2024; Monção *et al.*, 2024). Monção *et al.* (2019) verificaram que o teor de lignina aumentou de 2,13% aos 30 dias para 5,58% aos 120 dias de rebrota, enquanto a digestibilidade da MS caiu de 53,81% para 37,74%, respectivamente. Esse aumento de lignificação impacta negativamente a digestibilidade da fibra (FDN), criando uma barreira física à ação dos microrganismos ruminais.

Além disso, há uma correlação positiva entre altura da planta e os teores de FDN e lignina, o que reforça a importância de definir estratégias de corte conforme a categoria animal a ser alimentada. Assim, para o fornecimento da forragem a verde, o ideal é que a colheita seja realizada quando a planta atingir entre 2,5 e 3,0 metros de altura, o que geralmente corresponde a um período de 70 a 90 dias de rebrota. Essa faixa permite uma boa relação entre qualidade nutricional e produção de biomassa, otimizando o uso da capineira em sistemas intensivos (Moura *et al.*, 2024). Já para ensilagem, essa faixa adequada pode mudar, devida ao baixo teor de MS que capineiras em geral apresentam (Retore *et al.*, 2020).

2.3. Ensilagem

A ensilagem é uma técnica amplamente utilizada para conservar forragens com alto teor de umidade, por meio da fermentação e geração de ácido orgânico. Durante

esse processo, parte dos carboidratos solúveis presentes na planta são convertidos em ácidos orgânicos, principalmente ácido láctico, promovendo a acidificação do ambiente. Essa queda no pH inibe o crescimento de microrganismos indesejáveis, permitindo a conservação da forragem por longos períodos, preservando grande parte de suas características nutricionais (Santos, 2024).

No caso da cultivar BRS Capiacu, a ensilagem pode ser uma estratégia eficiente para preservar a produção excedente do período chuvoso, especialmente em áreas sem irrigação, onde o número de cortes por ano é limitado. Esse recurso possibilita maior estabilidade alimentar ao longo do ano, favorecendo a intensificação dos sistemas de produção e o aumento da taxa de lotação, com impactos positivos na rentabilidade por hectare (Moura *et al.*, 2024). Além disso, as características morfológicas da cultivar, como o porte elevado e os colmos robustos, favorecem a mecanização da colheita e otimizam o manejo da propriedade.

Entretanto, como outras gramíneas tropicais, o BRS Capiacu apresenta baixos teores de MS e carboidratos solúveis (CS), fatores que dificultam a fermentação adequada e aumentam o risco de perdas por efluente, além de favorecerem a proliferação de microrganismos indesejáveis (Bernardes *et al.*, 2018; Paula, 2020). O teor de MS é um dos principais determinantes da qualidade da silagem, sendo que valores inferiores a 25% são considerados inadequados, pois comprometem o processo fermentativo e a estabilidade da silagem (Van Soest, 1994; Silva *et al.*, 2019; De Oliveira Lima, 2022).

Ao estudar o efeito do tempo de rebrota sobre a qualidade da silagem, Lopes *et al.* (2021) mostraram que colheitas realizadas com 90 a 120 dias de rebrota proporcionam melhores condições para fermentação, com teores de MS acima de 16% (ainda baixos, porém melhores), reduzindo o pH para faixas adequadas (entre 3,7 e 3,8). Em colheitas precoces, com 50 ou 70 dias, os baixos teores de MS (abaixo de 11%) resultam em pH elevado e fermentação indesejável. Entretanto, tempo de rebrota superior a 120 dias não é recomendado, devido à queda significativa na composição nutricional da forragem (Pereira *et al.*, 2021).

Para contornar o baixo teor de MS, algumas técnicas como o emurchecimento podem ser adotadas. Estudos mostram que até 30 horas de emurchecimento podem elevar a MS para cerca de 32%, reduzindo as perdas por efluente (Daniel *et al.*, 2019;

Ribas *et al.*, 2021. No entanto, o emurchecimento nem sempre é viável em grande escala devido à demanda de mão de obra e limitações operacionais. Dessa forma, é necessário adotar estratégias alternativas para melhorar o processo fermentativo, como o uso de aditivos sequestrantes de umidade.

2.4. Aditivos Adsouventes

A utilização de aditivos na ensilagem é uma prática comum e eficaz para melhorar a fermentação, aumentar o valor nutricional e reduzir perdas na conservação da forragem. No caso do capim-elefante BRS Capiçu, o uso de aditivos torna-se especialmente relevante, dado seu elevado teor de umidade e baixo conteúdo de carboidratos solúveis, que dificultam uma fermentação láctica eficiente (Bernardes *et al.*, 2018; Paula, 2020; Santos, 2024).

Entre os aditivos mais utilizados, destacam-se os absorventes de umidade, e entre as opções, facilmente encontra-se fubá de milho, sorgo, milheto, raízes de mandioca, feno de gramíneas e bagaço de cana. Esses ingredientes podem aumentar o teor de matéria seca da forragem e também fornecem substratos fermentescíveis, promovendo uma fermentação mais eficiente e reduzindo a produção de efluentes e de ácidos indesejáveis (Daniel *et al.*, 2019; Fernandes *et al.*, 2021; Monção *et al.*, 2024; Moura *et al.*, 2024).

O fubá de milho, em especial, tem sido amplamente estudado como aditivo na silagem de capim-elefante, e com resultados positivos. Estudos mostram que sua inclusão proporciona incremento no teor de MS, favorece a compactação da forragem, reduz perdas por gases e efluentes, e melhora os parâmetros fermentativos como pH e teor de ácido láctico (Andrade *et al.*, 2012; Barcelos *et al.*, 2018; Santos, 2024).

Além disso, a adição de fubá contribui para maior estabilidade da silagem, com menor produção de nitrogênio amoniacal ($N-NH_3/NT$), indicando menor degradação proteica durante o processo fermentativo (McDonald *et al.*, 1991; Lima, 2025). Outros estudos também apontam que o uso de aditivos energéticos promove aumentos nos teores de proteína bruta (PB), proteína digestível (PD), extrato etéreo (EE), amido e nutrientes digestíveis totais (NDT), resultando em silagens com maior valor nutricional e potencial de desempenho animal (Guo *et al.*, 2024; Fernandes *et al.*, 2021; Silva *et*

al., 2024).

Contudo, a escolha do tipo e da dose de aditivo deve considerar não apenas os aspectos nutricionais e fermentativos, mas também a viabilidade econômica e operacional do sistema de produção (Silva *et al.*, 2024; Moura *et al.*, 2024). Altas inclusões de fubá, por exemplo, melhoram os parâmetros da silagem, mas elevam o custo da alimentação, sendo necessário um balanço entre desempenho zootécnico e retorno econômico.

Assim, o uso racional de aditivos representa uma ferramenta estratégica para potencializar a qualidade da silagem de BRS Capiáçu, especialmente em condições tropicais onde a forragem apresenta elevada umidade no momento da ensilagem. A definição do aditivo e da dose ideal deve ser orientada por dados técnicos e por análise da realidade de cada propriedade.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Instituto Federal Goiano Campus Ceres, em uma área de 3.819 m². As mudas de BRS Capiáçu foram implantadas em sulcos, com espaçamento de 1,15 m entre linhas em janeiro de 2018. A produtividade estimada foi de 134 ton de matéria natural por hectare com 18% MS, totalizando 24,03 T MS por corte rebrotado durante a primavera corte dia 19 de janeiro de 2019. O corte foi realizado quando as plantas atingiram idade de 100 dias de rebrota aproximadamente, ocasião que estava média de 2,70 m de altura.

As plantas foram cortadas rente ao solo no período da manhã (7 às 8 h) e inseridas na boca da ensiladeira, modelo JF-120, transportadas na carreta para a sala de ensilagem. Cortadas em partículas entre 25 a 45 mm. O material *in natura* picado recebeu a inclusão de fubá de milho em diferentes proporções, conforme o tratamento: 0% (CF_0) somente a planta inteira ensilada, (CF_10) 10% de fubá, (CF_20) 20% de fubá e (CF_40) 40% de inclusão de fubá, sendo que todos os valores calculados com base na matéria natural.

A forragem foi compactada em silos experimentais de balde plástico com capacidade para 14 L ou 0,014 m³. O espaço de 14 L foi utilizado para preenchimento com forragem, em camadas de aproximadamente 10 cm, e pressionada com o uso de um balde preenchido com areia sobre o balde em preenchimento, e a cada camada

sendo pressionada pelo peso padrão de uma pessoa 85 kg para compactação e remoção do ar, até o completo preenchimento, em seguida, foram vedados, pesados, identificados e armazenados à temperatura ambiente, protegidos da chuva e luz solar por 6 meses para adequado processo fermentativo e estabilização da forragem.

Após o processo de fermentação iniciou o processo para a avaliação de perdas por efluentes onde foi realizada a pesagem posteriormente furou o balde com uma broca 3/8 no canto inferior do balde e colocou ele inclinado para a drenagem por 48 horas após isso foi realizada outra pesagem e calculado a diferença de peso para obter as perdas de efluentes.

Em seguida retirou uma porção de silagem do centro do silo, homogeneizada e duas subamostras retiradas e prensadas em sacos plástico e congeladas para enviar ao laboratório 3Rlab- Goiânia para análise laboratoriais.

Os resultados foram tabulados e submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o software R.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Perdas de massa

A densidade da forragem ensilada (DF) e a densidade da silagem após as perdas de gases (DSG) e de efluentes (DSE) apresentaram variações ($p < 0.050$) em função dos níveis de inclusão de fubá de milho (Tabela 1).

Tabela 1 - Densidade da forragem e perdas de massa por gases e efluentes em silagens de BRS Capiacu com diferentes níveis de inclusão de fubá de milho.

	DF	DSG	DSE	PM Gases (kg/m ³)	PM Eflu- entes	PM Total	PG	PE %	PT
CF 0	603.9	586.9	528.3 b	16.95 a	58.61 a	75.55 a	2.83 a	10.01 a	12.85 a
CF 10	634.2	629.4	597.8 ab	10.55 ab	31.67 b	36.39 b	1.75 b	5.02 b	5.78 b
CF 20	644.4	634.7	629.2 a	9.72 ab	5.56 c	15.28 c	1.53 b	0.93 c	2.45 c
CF 40	662.8	652.2	651.7 a	4.72 b	0.55 c	11.11 c	1.57 b	0.08 c	1.65 c
<i>p</i>	-	-	0.002	0.0089	<0.001	<0.001	0.008	<0.001	<0.001
DP	17.28	17.38	18.19	2.02	2.62	3.78	0.34	0.47	0.71
CV%	5.43	5.56	6.05	38.58	21.78	21.85	41.01	23.59	25.19

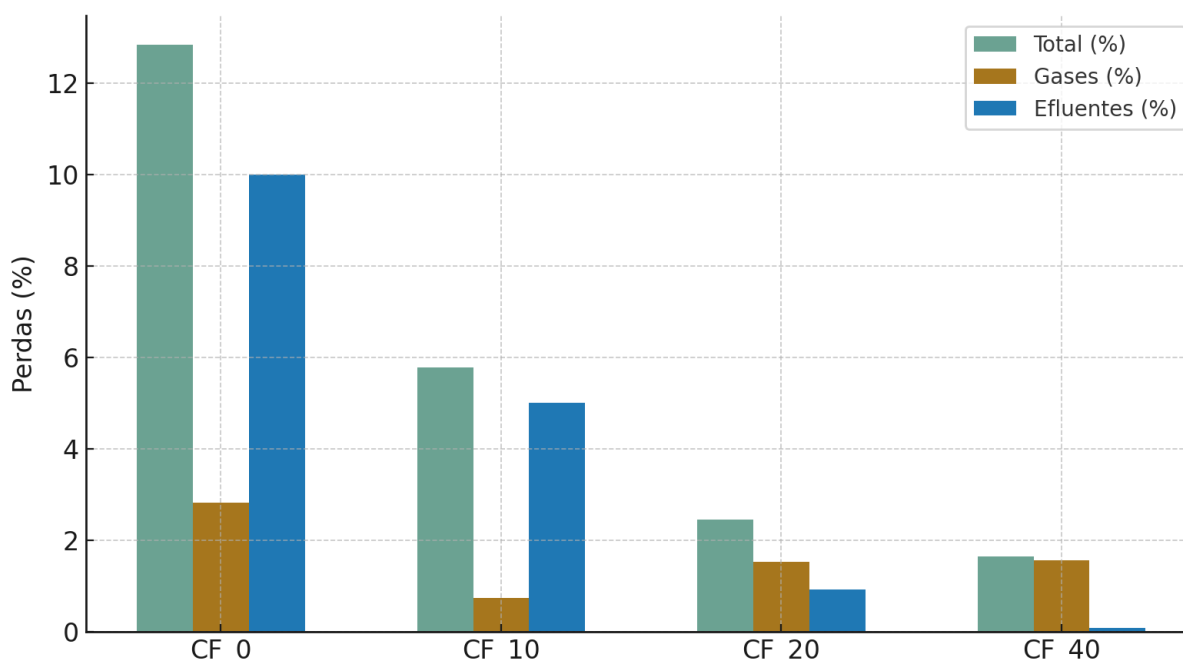
DF: densidade da forragem; DSG: densidade da silagem após perdas gasosas; DSE: densidade da silagem após perdas de efluentes; PM: perda de massa; PG: perda por gases; PE: perda por efluentes; PT: perda total. Letras distintas na mesma coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A densidade inicial da forragem variou de 603,9 kg.m³ no tratamento sem fubá (CF_0) a 662,8 kg/m³ no tratamento com 40% de fubá (CF_40). Após o processo fermentativo, a densidade da silagem final (DSE) apresentou diferença ($p = 0.0020$) significativa com a inclusão de fubá, passando de 528.3 kg.m³ até 651,7 kg.m³ no CF_40, uma elevação de 23% maior que o observado no CF_0.

Esse aumento na densidade da silagem está relacionado à maior concentração de matéria seca proporcionada pelo fubá (Andrade *et al.*, 2012), que reduz a formação de efluentes e melhora o preenchimento do espaço entre partículas, possibilitando uma melhor compactação. A compactação eficiente e, conseqüentemente, com maior densidade da massa ensilada são fundamentais para garantir um ambiente anaeróbico, limitando a atividade de microrganismos indesejáveis e promovendo o bom desenvolvimento e atividade daqueles microrganismos responsáveis pela boa fermentação e conservação da silagem, minimizando assim, perdas durante o processo de fermentação (McDonald *et al.*, 1991).

As perdas de massa totais foram inversamente proporcionais aos níveis de adição de fubá de milho. O tratamento CF_0 apresentou perdas de efluentes de 58,61 kg/m³, enquanto o CF_40 registrou apenas 0,55 kg/m³ ($p < 0,001$). As perdas por gases também foram reduzidas com o aumento do nível de fubá, de 16,95 kg/m³ no CF_0 para 4,72 kg/m³ no CF_40 ($p = 0,0089$). As perdas totais de massa (gases + efluentes) também seguiram a mesma tendência, sendo maiores no CF_0 (75,55 kg/m³) e menores no CF_40 (11,11 kg/m³, $p < 0,001$). Em termos percentuais, as perdas totais representaram 12,85% da massa ensilada no CF_0, valor que caiu para apenas 1,65% no CF_40, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Perdas por gases, efluentes e perdas totais durante a ensilagem de capim BRS Capiáçu com diferentes níveis de fubá de milho.



No presente estudo, o aumento do percentual de matéria seca da silagem, promovido pela inclusão crescente de fubá de milho, contribuiu de forma decisiva para a redução das perdas totais de massa após a ensilagem, visto que o limite inferior para silagens é de 25% de MS (Van Soest, 1994; Silva *et al.*, 2019; De Oliveira Lima, 2022).

A faixa de matéria seca ideal para minimizar perdas deve estar entre 28 a 34% (Retore *et al.*, 2020), faixa que se aproxima dos valores obtidos nos tratamentos com maiores inclusões de fubá (Tabela 2). Portanto, os resultados deste estudo demonstram que a adição de fubá de milho na silagem de Capiáçu é uma estratégia eficaz para aumentar a densidade da silagem, reduzir as perdas por gases e efluentes e melhorar

o aproveitamento da forragem ensilada, estando de acordo com as recomendações técnicas de Retore *et al.* (2020).

4.2. Parâmetros fermentativos

Os parâmetros fermentativos da silagem foram influenciados pelos níveis crescentes de inclusão de fubá de milho (Tabela 2).

Tabela 2 - Perfil de fermentação de silagens de BRS Capiaçú com diferentes níveis de inclusão de fubá de milho.

Trat.	pH	MS	CHO-sol	AOT	AL	AA	AB	Perdas Fermentativas	N-NH ₃ /NT
		%MN				%MS			%
CF_0	4.96a	17.94d	8.90a	6.20b	1.69b	3.80a	1.28a	8.77 a	24.15a
CF_10	4.42b	22.77c	10.80b	9.29a	5.53a	3.51a	0.44bc	5.65b	13.56b
CF_20	4.25b	29.99b	13.12c	7.65ab	4.90a	2.43b	0.23c	3.69c	9.43c
CF_40	4.43b	35.76a	15.85d	7.67ab	4.11a	2.93ab	0.61b	3.13c	14.67b
P	<0.001	<0.001	<0.001	0.0027	<0.001	0.007	<0.001	<0.001	<0.001
DP	0.079	0.48	0.28	0.43	0.41	0.24	0.08	0.22	0.75
CV%	3.50	3.58	4.62	11.24	20.21	14.99	24.94	8.21	9.67

MS: matéria seca; CHOsol: carboidratos solúveis; pH: potencial hidrogeniônico; AOT: Ácidos Orgânicos Totais: soma dos ácidos láctico (AL), acético (AA) e butírico (AB); N-NH₃/NT: nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total. Letras distintas na mesma coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (p<0,05).

O teor de MS variou de 17,94% no CF_0 a 35,76% no CF_40, refletindo o efeito direto da adição de fubá e favorecendo o perfil fermentativo e a conservação da forragem. Esses resultados estão alinhados com os achados de Paula (2020), que reportaram incremento linear no teor de MS da silagem de capim-elefante com a inclusão crescente de fubá de milho, reduzindo os problemas associados à umidade elevada da forragem.

Os carboidratos solúveis (CHOsol) aumentaram (p<0,001), passando de 8,9% no CF_0 para 15,85% no CF_40. Esse aumento resulta da maior disponibilidade de substratos fermentescíveis. A presença de carboidratos solúveis é fundamental para a rápida queda do pH e para o sucesso da fermentação láctica (McDonald *et al.*, 1991).

O pH foi reduzido nas silagens com inclusão de fubá (p<0,001), com valores variando de 4,96 no CF_0 para 4,25 no CF_20. Dentre os tratamentos com fubá, observa-se no CF_40 um ligeiro aumento do pH (4,43), esse valor ainda é seguro para estabilidade da silagem, pois está dentro aos limites desejáveis (Monção *et al.*, 2024) e está de acordo com a relação do teor de MS com a fermentação, tendo em vista a necessidade de umidade para o processo fermentativo e enquanto maior o teor de MS,

será necessária uma grande quantidade de geração de ácido para reduzir o pH. Isso indica que inclusão maiores de massa seca, pode comprometer a fermentação.

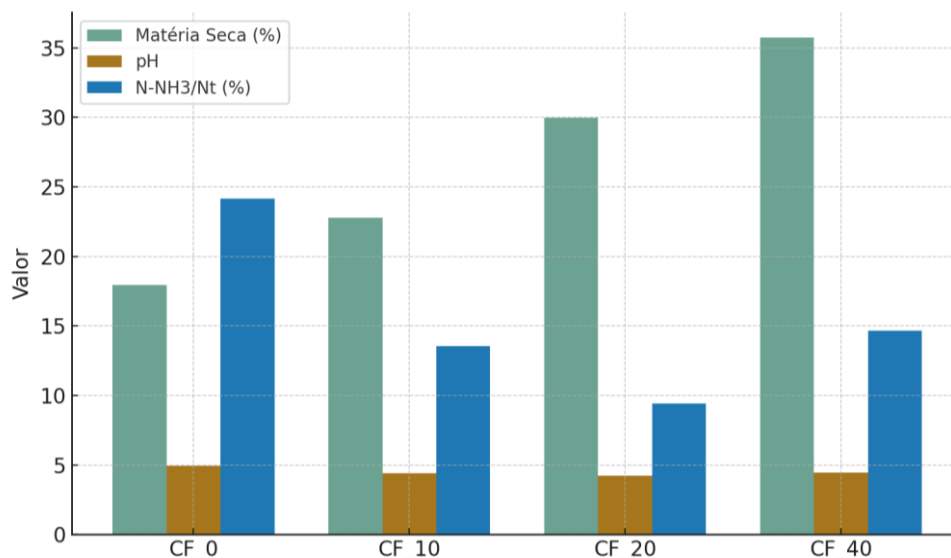
Os valores de ácido láctico e acético mostraram que as silagens com fubá apresentaram maior predominância de fermentação láctica, o que é desejável para estabilidade do produto. O ácido láctico, principal responsável pela queda do pH, foi menor ($p < 0,001$) no CF_0 (1.69% da MS), onde apresentava alta umidade e afetou diretamente a redução do pH e consequentemente as perdas, conforme demonstrado tanto na tabela 1 como na tabela 2. Esses dados corroboram com Barcelos *et al.* (2018), que também encontraram aumento de ácido láctico com o uso de aditivos absorventes, melhorando o padrão fermentativo da silagem de capim-elefante.

A presença de ácido butírico, típico de fermentações clostridianas indesejáveis, foi reduzida com a inclusão do fubá, passando de 1,28% no CF_0 para 0,23% no CF_20 ($p < 0,001$). Isso indica menor atividade de microrganismos proteolíticos e butíricos, conforme observado por Lima (2025), que destacou a importância da correção do teor de MS e do fornecimento de substratos solúveis na prevenção da formação de ácido butírico.

Acrescenta que esses maiores teores de AB na silagem sem a inclusão de fubá, pode promover problemas de saúde e nutricionais, principalmente em função da rejeição dos animais em consumir esse material, que geralmente apresenta um odor desagradável e uma coloração mais escura, bem característica de silagem de capim e capineiras com alto teor de umidade.

As perdas fermentativas foram significativamente menores nos tratamentos com fubá, reduzindo-se de 8,77% no CF_0 para 3,13% no CF_40 ($p < 0,001$). Quanto ao nitrogênio amoniacal (N-NH₃/NT), observou-se redução expressiva das perdas proteicas com a inclusão de fubá, passando de 24,15% no CF_0 para 9,43% no CF_20 ($p < 0,001$). Segundo McDonald *et al.* (1991) e Van Soest (1994), os valores máximos de N-NH₃/NT deve ser de 10 a 12% para ser considerada uma silagem de boa qualidade, mostrando que no tratamento CF_0, ao atingir quase 25% de N-NH₃/NT, houve alta degradação da proteína devido a alta atividade bacteriana de *Clostridium*, gerando uma silagem de pior qualidade.

Figura 2 - Valores de matéria seca, pH e nitrogênio amoniacal (N-NH₃/NT) em silagens de capim BRS Capiaçú com diferentes níveis de inclusão de fubá de milho.



A preservação do nitrogênio total é um dos principais indicadores da qualidade da fermentação, pois valores elevados de N-NH₃ indicam proteólise indesejada e maior degradação proteica durante a ensilagem. Esses resultados mostram que a adição de fubá de milho à silagem de BRS Capiaçú promoveu melhora no perfil fermentativo, com maior estabilidade, menor produção de compostos indesejáveis e melhor conservação dos nutrientes.

4.3. Composição proteica, óleos e mineral

A composição proteica, óleo e mineral da silagem de capim BRS Capiaçú foi significativamente alterada pela adição de fubá de milho (Tabela 3).

Tabela 3 - Composição proteica, óleos e minerais de silagens de BRS Capiaçú com diferentes níveis de inclusão de fubá de milho.

Treat.	PB	PD	Psol	EE	A.G.T.	Cinzas	Ca	P
% da MS								
CF 0	6.77c	6.15c	18.83c	1.88c	0.32d	12.78a	0.26a	0.25b
CF 10	8.13b	7.43b	67.32b	2.56b	1.17c	11.06b	0.21b	0.27b
CF 20	8.82ab	8.64a	74.00a	2.84ab	1.67b	6.79c	0.16c	0.28b
CF 40	9.58a	9.32a	74.93a	2.91a	1.95a	5.65d	0.13d	0.32a
P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
DP	0.30	0.35	1.91	0.08	0.05	0.32	0.014	0.011
CV(%)	7.31	8.75	6.49	6.29	8.00	7.04	15.21	7.81

PB: proteína bruta; PD: proteína digestível; Psol: proteína solúvel; EE: extrato etéreo; A.G.T.: ácidos graxos totais; Ca: cálcio; P: fósforo. Letras distintas na mesma coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A PB variou de 6,77% (CF_0) para 9,58% (CF_40), apresentando efeito linear

crescente ($P < 0.001$), efeito similar ao reportado por Santos (2024), que testou adição de fubá de milho em silagem de Capiáçu nos níveis de 0, 5, 10, 15 e 20%, onde os teores de PB foi de 6,3 a 7,55% nos tratamentos com 0 e 20% de fubá de milho, respectivamente. Segundo McDonald *et al.* (1991), maiores teores de PB em silagens, pode ocorrer devido a redução da atividade proteolítica devido a rápida queda no pH, o que possivelmente aconteceu com aumento nos níveis de fubá de milho neste experimento.

A proteína digestível (PD) acompanhou o aumento da PB, variando de 6,15% no CF_0 para 9,32% no CF_40, indicando que a adição de fubá não apenas aumentou o teor total de proteína, mas também favoreceu sua preservação e disponibilidade para os animais. Esse comportamento é desejável, pois a PD é a fração proteica efetivamente utilizada no metabolismo animal, sendo fundamental para o ganho de peso e a produção de leite. Silagens de capim-elefante com baixos teores de matéria seca e sem aditivos tendem a ter maior degradação proteica durante a fermentação, aumentando as perdas de nitrogênio e reduzindo a fração digestível da proteína (Fernandes *et al.*, 2021; Santos, 2024).

A fração de proteína solúvel (Psol) apresentou aumento expressivo de 18,83% no CF_0 para 74,93% no CF_40 ($P < 0,001$). Embora a alta solubilidade proteica possa aumentar a oferta de nitrogênio não proteico no rúmen, é preciso se atentar em uma suplementação energética adequada, pois isso melhora a síntese de proteína microbiana. Esse aumento da solubilização proteica observada pode estar relacionado à melhoria no perfil fermentativo da silagem, que reduz o pH e inibe a ação de proteases e atividade de microrganismos do gênero *Clostridium* (Fernandes *et al.*, 2021; McDonald *et al.*, 1991).

O extrato etéreo (EE) e os ácidos graxos totais (AGT) também aumentaram ($P < 0,001$). Este comportamento é semelhante ao observado por Santos (2024), que também relataram aumento no EE ao adicionar milho moído na silagem de Capiáçu. Porém, Paula (2020) e Santos (2024), avaliando inclusões de fubá de milho nos níveis de 0, 5, 10, 15 e 20%, observaram aumento numérico, porém não significativo ($P > 0.05$), nos teores de EE presentes nas silagens. Isso pode ter ocorrido devido aos níveis não ultrapassarem 20% de inclusão de fubá nestes experimentos. Em dietas de ruminantes, o valor máximo de EE não deve ultrapassar 6% (Kozloski, 2017), pois a partir deste nível, ocorre comprometimento da digestibilidade dos nutrientes devido a proteção lipídica das fibras, reduzindo a capacidade de ação microbiana, além de ser

tóxica para a microbiota ruminal (Santos, 2024). No presente estudo, todos os tratamentos apresentaram teores abaixo do limite tolerável.

Em contrapartida, a porcentagem de cinzas totais ou matéria mineral reduziu de 12.78 à 5.65% da MS, pois normalmente os fração volumosa da planta é mais rica em minerais do que a fração concentrada em amido, no caso do milho.

Nota-se que os minerais mais observados na formulação de dietas, Ca e P apresentaram comportamento inverso, ou seja, com adição de fubá de milho e consequentemente redução da proporção de capiaçu, houve uma redução nos teores de cálcio (Ca) e aumento no fósforo (P) com o aumento da inclusão de fubá, comportamento já esperado devido à diluição dos constituintes minerais da planta com a adição de concentrados energéticos (Silva *et al.*, 2024; Paula, 2020). Por isso, deve ficar atento ao uso adequado de suplementos minerais e núcleo na formulação de dietas (NRC, 2001).

4.4. Composição e estimativas de desempenho Animal

A composição dos carboidratos totais, principais componentes dos vegetais, especialmente a fração fibrosa, que influencia diretamente na porção energética da silagem de capim BRS Capiaçu foi afetada significativamente pela inclusão de fubá de milho (Tabela 4).

Tabela 4 - Composição fibrosa, energética e estimativa de desempenho de silagens de BRS Capiaçu com diferentes níveis de inclusão de fubá de milho.

Trat.	Amido	CNF	FDN % da MS	FDA	Lig	NDT	GMD kg/UA/dia	Beef kg PV/Ton de MS
CF 0	1.15d	10.05d	70.24a	50.02a	9.81a	36.95c	-0.09	-11.33d
CF 10	12.56c	23.36c	53.11b	35.76b	5.22b	59.67b	0.24	22.07c
CF 20	31.71b	44.83b	37.01c	25.25c	3.62c	71.80a	1.00	86.20b
CF 40	40.21a	56.06a	26.46d	17.76d	2.78d	74.02a	1.32	114.86a
P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
DP	1.12	1.15	0.66	0.29	0.18	0.93	0.05	3.94
CV(%)	10.47	6.87	2.83	1.81	6.56	3.07	16.05	14.89

CNF: carboidratos não fibrosos; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; NDT: nutrientes digestíveis totais; GMD: ganho médio diário; Beef: ganho de peso por tonelada de MS consumida. Letras distintas na mesma coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (p<0,05).

O teor de amido, característico do grão de milho, promoveu aumento linear (P<0,001), passando de 1,15% no CF_0 para 40,21% no CF_40, refletindo direta-

mente a proporção de fubá incluída na silagem. Resultados semelhantes foram relatados por Santos (2024), que também relataram acréscimo linear ($P < 0,001$) na porção de amido, apresentando valores de 2,30; 11,6; 15,17; 22,6 e 31,0% de amido na MS, para os tratamentos com inclusão de 0, 5, 10, 15 e 20% de fubá de milho, respectivamente. O aumento do amido na silagem é positivo, pois fornece energia de rápida disponibilidade para os microrganismos ruminais, favorecendo a síntese de proteína microbiana e o desempenho animal (Guo *et al.*, 2024).

Os carboidratos não fibrosos (CNF) também aumentaram ($P < 0,001$), de 10,05% no CF_0 para 56,06% no CF_40. Essa mudança é esperada devido à redução da fibra pela redução da proporção de volumoso e ao aporte de amido do fubá.

Os teores FDN e FDA diminuíram com a adição de fubá ($P < 0,001$) (Figura 3). A FDN reduziu de 70,24% no CF_0 para 26,46% no CF_40, enquanto a FDA caiu de 50,02% para 17,76%. Essas alterações refletem a diluição da fibra pela inclusão do concentrado, o que melhora o potencial de ingestão e digestibilidade da silagem (Monção *et al.*, 2024). A redução nos níveis de FDN na silagem, apresenta ponto positivo pois essa fração limita o consumo voluntário e reduz a taxa de passagem (Van Soest, 1994), além de um ter fibra para promover ruminação animal. Os menores teores de FDA nas silagens com adição de fubá de milho estar diretamente relacionados ao menor teor de FDA presentes no fubá de milho em relação a forragem (Paula 2020), possibilitando maior degradabilidade do alimento no rúmen.

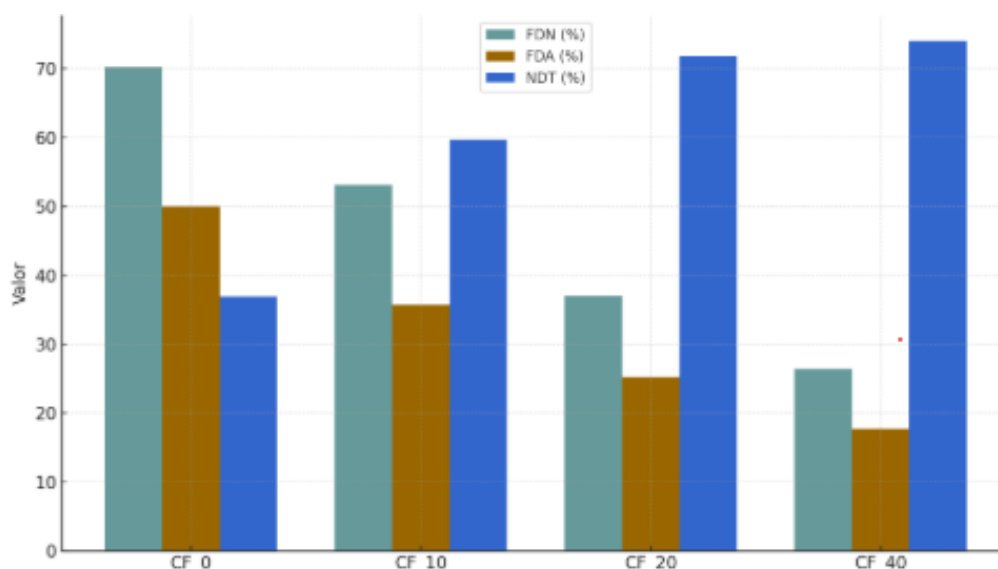
A lignina, componente da fibra indigestível, também foi reduzida com a inclusão de fubá, variando de 9,81% no CF_0 para 2,78% no CF_40 ($P < 0,001$). Essa diminuição contribui diretamente para a melhora da digestibilidade da silagem, visto que o teor de lignina tem correlação negativa com a digestibilidade da silagem (Van Soest, 1994).

A lignina como componente estrutural fenólico insolúvel da planta é muito prejudicial direto e indiretamente ao aproveitamento dos alimentos. Essa alta concentração na silagem de capiaçu (9.81% da MS) pode ter alta correlação com altura de planta, pois funciona como um agente cimentante na massa. Além de não ser digerido, prejudica o aproveitamento dos nutrientes que estão impregnado à lignina. Sendo muito importante fazer o manejo com altura inferior a 3,0 m. Especialmente no capiaçu que facilmente atinge porte de até 5 m, o que leva a necessidade na planta ter maior concentração de lignina para evitar seu acamamento.

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) aumentaram ($P < 0,001$), passando de

36,95% no CF_0 para 74,02% no CF_40. Esse valor de alta importância na nutrição animal, evidencia a melhora do potencial energético da silagem com o uso de fubá de milho, corroborando dados de Fernandes *et al.* (2021) e Santos (2024), que observaram aumento do NDT em silagens de capim-elefante aditivadas com concentrados. Segundo o NRC (2001), valores de NDT acima de 70% são considerados adequados para dietas de alta produção em ruminantes, valor que foi atingido apenas nos tratamentos CF_20 e CF_40, podendo reduzir os custos futuros com alimentos concentrados para dietas mais energéticas.

Figura 3 - Conteúdo de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e nutrientes digestíveis totais (NDT) de silagens de BRS Capiáçu com diferentes níveis de inclusão de fubá de milho.



As alterações na composição nutricional refletiram diretamente na estimativa de desempenho animal. O ganho médio diário (GMD) variou de -0,09 kg/UA/dia no CF_0 (perda de peso estimada) para um potencial de 1,32 kg/UA/dia no CF_40, e o ganho de peso por tonelada de matéria seca consumida (Beef) passou de -11,33 kg/t MS para 114,86 kg/t MS, estimativa segundo os parâmetros do 3RLab. Esses dados indicam que, sem a inclusão de fubá, a silagem de capiaçu apresenta características limitantes para o ganho de peso animal, devido ao alto teor de fibra e baixa energia disponível. Por outro lado, a inclusão crescente de fubá elevou a densidade energética da dieta e melhorou a eficiência de conversão.

Vale ressaltar, porém, que a utilização de níveis elevados de concentrado pode aumentar o custo da alimentação. De acordo com Silva *et al.* (2024), a decisão sobre

a quantidade de fubá a ser incluída na silagem deve considerar a viabilidade econômica, equilibrando o custo com os benefícios produtivos.

Por fim, caberá ao técnico e produtor rural, fazer um bom aproveitamento do material. Pois existe diferentes sistema e objetivo de produção, que vai desde a alimentação de sobrevivência, de manutenção do peso corporal à ganho em produção, seja de leite e/ou carne.

Em dietas que o produtor objetiva maior desempenho animal, ele terá que fazer uso de concentrados. Nesse caso, parte desse concentrado já pode ter sido inserido junto com o capiaçu no momento da ensilagem. Aproveitando os benefícios da redução das perdas, melhoria dos padrões fermentativos e valor nutricional, pois neste caso o milho pré-fermentado ao rúmen, melhorará seu aproveitamento, semelhante a uma silagem de grão úmido ou reidratados ou silagem de ração parcial.

5. CONCLUSÕES

A adição de fubá de milho na ensilagem do capim-elefante BRS Capiáçu promove alterações positivas nos parâmetros físico-químicos, fermentativos e bromatológicos da silagem. A inclusão crescente do concentrado contribui para o aumento do teor de matéria seca e densidade da massa ensilada, reduzindo as perdas de gases e efluentes. As condições fermentativas foram mais favoráveis com a adição do fubá, proporcionou maior produção de ácido láctico e acético, levando a maior redução do pH, e conseqüentemente menores perdas fermentativas e redução expressiva no teor de nitrogênio amoniacal.

No aspecto nutricional, o fubá elevou os teores de proteína bruta, proteína digestível, extrato etéreo, amido e carboidratos não fibrosos, além de diluir os teores de fibra (FDN e FDA) e lignina do capiaçu. Essas mudanças resultam em maiores valores de nutrientes digestíveis totais (NDT) e melhor estimativa de desempenho animal, com potencial aumento no ganho médio diário e na eficiência alimentar.

Conclui-se que a inclusão acima de 10% até 40% de fubá de milho melhora a conservação e o valor nutricional da silagem de BRS Capiáçu, tornando-a mais adequada à alimentação de ruminantes com maior exigência nutricional. Recomenda-se, no entanto, a realização de trabalhos que façam a avaliação econômica da estratégia em diferentes sistemas de produção para verificar a viabilidade prática e retorno zootécnico dos níveis de adição de fubá de milho.

6. REFERÊNCIAS

- ABIEC – Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. **Relatório anual 2025**. São Paulo: ABIEC, 2025
- ALVES, J. P. *et al.* Forage production and quality of BRS capiaçu as a response of cutting age and nitrogen application. **Tropical Animal Science Journal**, v. 45, n. 2, p. 179–186, jun. 2022.
- ANDRADE, A. P. *et al.* Aspectos qualitativos da silagem de capim-elefante com fubá de milho e casca de soja. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 3, p. 1209–1218, 2012.
- BARCELOS, A. F. *et al.* 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.
- BERNARDES, T. F. *et al.* Silage review: Unique challenges of silages made in hot and cold regions. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 5, p. 4001–4019, maio 2018.
- BOLFE, É. L. *et al.* Potential for agricultural expansion in degraded pasture lands in Brazil based on geospatial databases. **Land**, v. 13, n. 2, p. 200, 2024.
- COOKE, R. F. *et al.* Cattle adapted to tropical and subtropical environments: Social, nutritional, and carcass quality considerations. **Journal of Animal Science**, v. 98, n. 2, p. skaa014, 2020.
- COSTA, M. A. M. S. Produtividade e valor nutricional do Capim-Elefante cv. BRS Capiáçu em diferentes idades de rebrota. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, 2020.
- DA ROSA, P. P. *et al.* Características do Capim Elefante Pennisetum purpureum (Schumach) e suas novas cultivares BRS Kurumi e BRS Capiáçu. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 25, n. 1/2, p. 70–84, 2019.
- DANIEL, J. L. P. *et al.* Production and utilization of silages in tropical areas with focus on Brazil. **Grass and Forage Science**, v. 74, n. 2, p. 188–200, 11 mar. 2019.
- DE OLIVEIRA LIMA, R. Efeito da altura da planta e uso de aditivos na ensilagem de capim BRS Capiáçu. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2022.
- DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C. Métodos para análise de alimentos. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 2012. 214 p.
- DIAS-FILHO, M. B. Produção de bovinos a pasto na fronteira agrícola. **Embrapa Amazônia Oriental**, 2010.
- FERNANDES, F. D. *et al.* Valor nutritivo e características fermentativas da silagem de capim-elefante com diferentes proporções de raízes de mandioca. **Científica**, v. 49, n. 2, p. 92–101, 2021.

GUO, W. *et al.* Rumen-degradable starch improves rumen fermentation, function, and growth performance by altering bacteria and its metabolome in sheep fed alfalfa hay or silage. **Animals: an Open Access Journal from MDPI**, v. 15, n. 1, p. 34, 2024.

KOZLOSKI, G. V. Bioquímica dos ruminantes. Santa Maria: Editora UFSM, 2017. p. 42–45.

LEAL, D. B. *et al.* Correlações entre as características produtivas e nutricionais do capim-BRS capiaçu manejado na região semiárida. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 18951–18960, 2020.

LIMA, R. V. C. D. Comportamento fermentado da silagem de BRS capiaçu (*Cenchrus purpureus* (Shumacher.) Morrone) com alimentos concentrados. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) - Universidade Estadual Do Piauí – UESPI, Teresina, PI, 2025.

LOPES, F. C. F. *et al.* Chemical composition and fatty acid profile of BRS Capiáçu ensiled at different regrowth ages. **Semina: Ciências Agrárias**, p. 1981–2004, 22 abr. 2021.

McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. The biochemistry of silage. 2. ed. Marlow: Chalcombe, 1991. 340 p.

MONÇÃO, F. P. *et al.* Impact of mixed forage silage with BRS Capiáçu grass, ground corn, and varying forage palm levels on aerobic stability, fermentation profile, chemical composition, and digestibility. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 53, 2024.

MONÇÃO, F. P. *et al.* Productivity and nutritional value of BRS capiaçu grass (*Penisetum purpureum*) managed at four regrowth ages in a semiarid region. **Tropical Animal Health and Production**, 2019.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of dairy cattle: 2001. Washington, DC: National Academies Press, 2001.

OECD/FAO, **OECD-FAO Agricultural Outlook 2025-2034**, Paris and Rome, 2025.

PAULA, P. Composição bromatológica da silagem de capim-elefante BRS Capiáçu com inclusão de fubá de milho. **Pubvet**, v. 14, n. 10, 2020.

PEREIRA, A. V. *et al.* BRS Capiáçu: cultivar de capim-elefante de alto rendimento para produção de silagem. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2016. 6 p.

PEREIRA, A. V. *et al.* Elephantgrass, a tropical grass for cutting and grazing. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 16, n. 2, p. 1–13, 2021.

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

RETORE, M. *et al.* Qualidade da silagem do capim-elefante BRS Capiáçu. Embrapa Agropecuária Oeste. **Comunicado técnico**, 261, Dourados, MT, 2020.

RIBAS, W. F. G. *et al.* Effect of wilting time and enzymatic-bacterial inoculant on the fermentative profile, aerobic stability, and nutritional value of BRS capiaçu grass silage. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 50, 2021.

RIBEIRO, M. D. *et al.* Inclusion of oils in the in vitro fermentation of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Cameroon). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 54, e20240160, 2025.

ROCHA, J. R. do A. S. de C. *et al.* Bioenergetic potential and genetic diversity of elephantgrass via morpho-agronomic and biomass quality traits. **Industrial Crops and Products**, v. 95, p. 485–492, 2017.

RODRIGUES, P. H. M. *et al.* Efeito da adição de níveis crescentes de polpa cítrica sobre a qualidade fermentativa e o valor nutritivo da silagem de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 1138–1145, 2005.

SANTOS, I. D. L. Silagem de capim-elefante BRS Capiáçu com adição de fubá de milho na ensilagem. Dissertação (Mestrado em Ciencia Animal), Universidade Federal De Mato Grosso Do Sul, Campo Grande, MS, 2024.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006.

SILVA, M. C. A. *et al.* The effect of graded levels of crude glycerin in BRS Capiáçu grass silage: fermentation profile and bromatological composition. **Iranian Journal of Applied Animal Science**, v. 9, n. 4, p. 597–602, 2019.

SILVA, M. *et al.* Composição química, perfil fermentativo e econômico de silagem à base de capiaçu, feijão guandu e milho. **Brazilian Journal of Development**, v. 10, n. 1, p. 774–789, 2024.

UN, United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. **World Population Prospects**, 2024.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (UFG); LABORATÓRIO DE PROCESSAMENTO DE IMAGENS E GEOPROCESSAMENTO (LAPIG). **Atlas das pastagens**. 2022. Disponível em: <https://atlasdaspastagens.ufg.br/map>.

VAN SOEST, P. J. Nutrition Ecology of the Ruminant. 2. ed. Ithaca, NY: Cornell University Press, 1994. 476 p.