



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO CAMPUS MORRINHOS
BACHARELADO EM AGRONOMIA**

JOÃO VITOR GOMES PAULINO CARVALHO

**RECUPERAÇÃO DE MATÉRIA SECA EM SILAGEM DE CAPIAÇU(*Cenchrus
purpureus*) COM DIFERENTES NÍVEIS DE FARELO DE SOJA**

MORRINHOS-GO

2026

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO CAMPUS MORRINHOS
BACHARELADO EM AGRONOMIA**

JOÃO VITOR GOMES PAULINO CARVALHO

**RECUPERAÇÃO DE MATÉRIA SECA EM SILAGEM DE CAPIAÇU (*Cenchrus
purpureus*) COM DIFERENTES NÍVEIS DE FARELO DE SOJA**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Instituto Federal
Goiano – Campus Morrinhos, como
requisito parcial para a obtenção do
título de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Prof. Dra. Andréia
Santos Cezário

MORRINHOS-GO

2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/IF Goiano Campus Morrinhos

C331r Carvalho, João Vitor Gomes Paulino.

Recuperação de matéria seca em silagem de capiaçu (*Cenchrus purpureus*) com diferentes níveis de farelo de soja. / João Vitor Gomes Paulino Carvalho. – Morrinhos, GO: IF Goiano, 2026.

27 f. : il. color.

Orientadora: Dra. Andréia Santos Cezário.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) – Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, Bacharelado em Agronomia, 2026.

1. Fermentação. 2. Umidade. 3. Inoculante. I. Cezário, Andréia Santos. II. Instituto Federal Goiano. III. Título.

CDU 636.085.52

Fonte: Elaborado pela Bibliotecária-documentalista Morgana Guimarães, CRB1/2837

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, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

Tese (doutorado)

Dissertação (mestrado)

Monografia (especialização)

TCC (graduação)

Artigo científico

Capítulo de livro

Livro

Trabalho apresentado em evento

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Matrícula:

Título do trabalho:

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: / /


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;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, 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;
- Que 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
 **JOAO VITOR GOMES PAULINO CARVALHO**
Data: 27/03/2026 15:24:48-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Local


Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)

Documento assinado digitalmente

 **ANDREIA SANTOS CEZARIO**
Data: 06/04/2026 20:37:04-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 12/2026 - CCEG-MO/CEG-MO/DE-MO/CMPMHOS/IFGOIANO

Ata De Defesa Do Trabalho De Curso

Aos 19 dias do mês de março de 2026, às 09:45 horas (nove horas e quarenta e cinco minutos), reuniu-se os componentes da Banca Examinadora, Dra. Andréia Santos Cezário orientadora, Dr. Saullo Diogo de Assis, primeiro membro da banca e da Dra. Eliandra Maria Bianchini Oliveira, segundo membro da banca, sob presidência da primeira, nas dependências do Instituto Federal Goiano - campus Morrinhos, em sessão pública, para defesa do Trabalho de Curso intitulado: "Avaliação da Recuperação de Matéria seca em Silagem de Capiapu" do aluno João Vitor Gomes Paulino Carvalho, referente ao Curso Bacharelado em Agronomia. Tendo em vista as normas que regulamentam o Trabalho de Curso e procedidas as recomendações, o discente foi considerado aprovado com ressalvas, com a nota 8,5 (**oito virgula cinco**), considerando-se integralmente cumprido este requisito quando o aluno entregar a versão final corrigida, para fins de obtenção do título de Bacharel em Agronomia. Nada mais havendo a tratar, eu, Andréia Santos Cezário, lavrei a presente ata que, após lida e aprovada, segue assinada por seus integrantes.

Morrinhos, 19 de março de 2026

Documento assinado eletronicamente por:

- **Andreia Santos Cezario, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 20/03/2026 15:31:24.
- **Saullo Diogo de Assis, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 20/03/2026 16:39:17.
- **Eliandra Maria Bianchini Oliveira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 06/04/2026 20:46:14.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 19/03/2026. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 802007
Código de Autenticação: ae8471b26a



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Morrinhos
Rodovia BR-153, Km 633, Zona Rural, SN, Zona Rural, MORRINHOS / GO, CEP 75650-000
(64) 3413-7900

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a toda minha família, que tanto me apoiou nesta caminhada. Aos meu avôs maternos e paternos por ser o meu exemplo de força, coragem e determinação. Por fim dedico aos colegas que me ajudaram nessa caminhada, que sozinho ninguém vai a lugar nenhum!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me permitir realizar um sonho, por me proteger e cuidar de mim durante toda jornada acadêmica, por me fortalecer mesmo diante das dificuldades, por nunca me deixar desistir de conquistar os meus objetivos.

Aos meus pais Nilo Paulino de Carvalho e Valéria Cristina Gomes da Silva , por todo incentivo e amor.

Aos meus avós paternos Joaquim Paulino e Galiana de Carvalho ,e também minha avó materna Maria Marli Gomes , pelo cuidado, amor e dedicação na minha criação.

Ao meu irmão João Ínacio pelo companheirismo.

A todos meus colegas de graduação, por transformarem os dias de dificuldade e desânimo em memórias de muita alegria, que levarei pra vida toda.

Ao Instituto Federal Goiano Campus-Morrinhos, pelo acolhimento durante esses anos e por ser minha segunda casa durante a graduação.

Ao corpo docente, por toda dedicação ao nos passar o conhecimento e por todo apoio durante as aulas.

Por fim, agradeço imensamente ao minha orientadora, Prof. Andréia Cezário, por compartilhar conosco seu conhecimento, pelo apoio e pelas oportunidades. Serei eternamente grata por cada lição aprendida.

RESUMO

A cultivar BRS Capiáçu, desenvolvida pela EMBRAPA, destaca-se por sua ótima produção de forragem, bom valor nutritivo e características favoráveis à ensilagem. No entanto, seu elevado teor de umidade pode ocasionar perdas significativas durante o processo fermentativo, como liberação de efluentes e gases. Este trabalho teve como objetivo avaliar a recuperação de matéria seca (MS) em silagens de capiaçu com diferentes níveis de inclusão de farelo de soja (0%, 7%, 14% e 21%), com e sem o uso de inoculantes bacterianos. Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 4 (com e sem inoculante e quatro níveis de farelo de soja. O experimento foi conduzido no Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, utilizando silos experimentais de 20 L. As análises mostraram que a adição de farelo de soja contribuiu significativamente para a redução das perdas totais, diminuição de efluentes e aumento na recuperação de matéria seca, independentemente do uso de inoculante. A utilização isolada de inoculantes não promoveu melhorias consistentes na recuperação de matéria seca, indicando que o aumento do teor de MS pela adição de fontes energéticas como o farelo de soja é mais efetivo na melhoria da qualidade da silagem.

Palavras-chave: Fermentação, Inoculante, Umidade, Volumoso.

ABSTRACT

The BRS Capiçu cultivar, developed by EMBRAPA, stands out for its forage production, good nutritional value, and characteristics favorable to silage. However, its high moisture content can cause significant losses during the fermentation process, such as the release of effluents and gases. This study aimed to evaluate the dry matter (DM) recovery in Capiçu silages with different levels of soybean meal inclusion (0%, 7%, 14%, and 21%), with and without the use of bacterial inoculants. A completely randomized design was used, in a 2 x 4 factorial scheme (with and without inoculant and four levels of soybean meal). The experiment was conducted at the Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, using 20 L experimental silos. The analyses showed that the addition of soybean meal contributed significantly to the reduction of total losses, decrease in effluents, and increase in dry matter recovery, regardless of the use of inoculant. The isolated use of inoculants did not promote consistent improvements in dry matter recovery, indicating that increasing the DM content by adding energy sources such as soybean meal is more effective in improving silage quality.

Keywords: Fermentation, Inoculant, Moisture, Forage.

Sumário

| | |
|------------------------------------|-----------|
| LISTA DE FIGURAS..... | 9 |
| LISTA DE TABELAS..... | 10 |
| INTRODUÇÃO..... | 11 |
| OBJETIVO GERAL..... | 14 |
| OBJETIVO ESPECIFICO | 14 |
| MATERIAIS E MÉTODOS..... | 14 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 18 |
| CONCLUSÃO..... | 26 |
| REFERÊNCIAS..... | 27 |



LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura01. Capiáçu picado e pronto para a inclusão de inoculante e farelo de soja..... | 15 |
| Figura02. Silagem de Capiáçu com 14% de farelo de soja no momento da abertura..... | 16 |



LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Produção de efuente da silagem de capiaçu com diferentes níveis de farelo de soja, com e sem inoculante | 19 |
| Tabela 2. Perdas totais da silagem de capiaçu com diferentes níveis de farelo de soja, com e sem inoculante bacteriano..... | 22 |
| Tabela 3. Recuperação de matéria seca da silagem de Capiáçu com diferentes níveis de farelo de soja, com e sem inoculante..... | 24 |
| Tabela 4. Matéria seca total da silagem de capiaçu com diferentes níveis de farelo de soja, com e sem inoculante..... | 26 |



INTRODUÇÃO

O BRS Capiaçú é uma cultivar de capim-elefante (*Cenchrus purpureus*) de propagação vegetativa para uso sob corte. Sua principal aplicação é na produção de silagem e picado verde, fornecendo uma excelente opção de alimentação para animais em sistemas de produção de leite e carne bovina. Com elevado potencial de produção de 50 toneladas de matéria seca por hectare por ano (50t MS/ha/ano), a BRS Capiaçú também se destaca como uma alternativa viável para a produção de biomassa energética. Seu porte alto, alto valor nutritivo e maior produtividade quando comparada com outras cultivares de capim-elefante tornam-na uma escolha excelente para suplementação alimentar. Além disso, apresenta menor custo de produção em relação a culturas como milho e cana-de-açúcar (PEREIRA et al., 2016).

A BRS Capiaçú sobressai sobre as demais cultivares do capim elefante por apresentar algumas características positivas como: resistência ao tombamento, facilidade da colheita mecânica, ausência de joçal (pêlos) e touceiras eretas e densas. A cultivar também apresenta potencial de produção de silagem de boa qualidade (PEREIRA et al., 2016).

A produção animal intensiva exige a utilização de volumosos de alta qualidade, sendo a silagem uma técnica amplamente utilizada para a conservação de forragens. A ensilagem é um processo biológico de fermentação anaeróbica que visa a preservação de forragens através da acidificação, o que inibe a ação de microrganismos deterioradores e mantém o valor nutritivo do material ensilado. Nesse contexto, o capim Capiaçú destaca-se pela sua alta produtividade e qualidade nutricional, sendo uma opção viável para a produção de silagem (Jank et al., 2010).

O processo de ensilagem conserva a forragem em ambiente sem oxigênio, onde ocorre o desenvolvimento de bactérias que utilizam os carboidratos solúveis como substrato para a produção de ácido orgânicos,



principalmente do ácido láctico. Durante essa ação ocorre diminuição do pH, aumento da temperatura e do N-amoniaco (SANTOS et al., 2010). Com a redução do pH para valores próximos de 3,8 a 4,2, ocorre maior estabilidade no interior do silo, onde predominam bactérias anaeróbias tolerantes à acidez, que permanecem com atividade reduzida, contribuindo para a conservação da silagem até o momento da abertura. Dessa forma, o pH pode ser utilizado como um dos indicadores da qualidade do processo fermentativo, sendo um parâmetro que possui relação com o teor de carboidratos solúveis (LIMA JÚNIOR et al., 2014).

O capim-elefante BRS Capiaçú apresenta baixo teor de matéria seca (MS) no momento da ensilagem, característica que pode comprometer a qualidade do material ensilado. Quando colhido entre 50 e 70 dias, o capiaçu geralmente apresenta teores de MS entre 18% e 22%, valores considerados insuficientes para uma fermentação adequada (JOBIM et al., 2007). Segundo Rezende et al. (2018), o capiaçu é altamente produtivo, podendo atingir mais de 40 toneladas de MS por hectare/ano, porém essa produtividade vem acompanhada de alta umidade, o que exige estratégias como o uso de aditivos sequestrantes de umidade (farelo de soja, milho moído, casca de soja) ou a mistura com forragens mais secas para adequar a MS da massa ensilada. Dessa forma, o baixo teor de MS inicial é um dos principais fatores limitantes na ensilagem do capiaçu e deve ser corrigido para garantir menor perda de nutrientes e melhor conservação da silagem.

Plantas que apresentam elevado teor de umidade, podem favorecer o desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium* que produzem o ácido butírico durante o processo fermentativo. A fermentação butírica pode provocar a degradação da proteína e do ácido láctico, causando perdas de matéria seca, pois há produção de CO₂ e H₂O e energia (BERNARDINO et al., 2005). Além disso, também podem ocorrer perdas de nutrientes na forma de efluente, sendo constituído por açúcares, proteínas e outros compostos orgânicos (LOURES et al., 2003).

Segundo Vilela (2000) durante o armazenamento da forrageira no silo, poderão ocorrer fermentações indesejáveis, comprometendo a qualidade da



silagem, assim como podem ocorrer elevadas perdas de nutrientes da planta ensilada. Muitos produtos têm sido comercializados e utilizados como aditivos na ensilagem de milho, de sorgo ou mesmo dos capins, com diferentes propósitos. A recomendação de se utilizar aditivos deve estar associada com a espécie forrageira a ser ensilada e com o sistema de alimentação dos animais na propriedade. Antes de decidir pela utilização de um aditivo, deve-se questionar, se: o seu custo é menor que o valor da silagem inaproveitada sem a sua aplicação; proporciona fermentação mais eficiente; permite silagem de maior valor energético e/ou protéico; é de fácil aplicação e não deixa resíduos tóxicos.

Weinberg et al. (2003) relataram que a adição de inoculantes à silagem de milho aumentou a recuperação de MS e melhorou a estabilidade aeróbia. No entanto, há uma necessidade de avaliar a eficácia dessas práticas na silagem de capim capiaçu, uma vez que a resposta pode variar de acordo com a espécie forrageira e as condições de ensilagem.

O uso de inoculantes bacterianos na ensilagem tem como principal objetivo otimizar o processo fermentativo, promovendo o rápido estabelecimento de bactérias ácido-láticas e favorecendo a queda do pH. Esse processo contribui para a inibição de microrganismos indesejáveis, reduzindo perdas de nutrientes e melhorando a conservação da silagem. Além disso, os inoculantes podem aumentar a eficiência de recuperação da matéria seca, especialmente em forrageiras tropicais com elevado teor de umidade, como o capiaçu (*Pennisetum purpureum*) (KUNG JR. et al., 2003; MUCK, 2010).

Assim, este estudo tem como objetivo avaliar a recuperação de matéria seca em silagens de capiaçu com diferentes níveis de inclusão de farelo de soja, tanto com quanto sem o uso de inoculantes. A hipótese subjacente é que a adição de farelo de soja e inoculantes resultará em uma maior recuperação de MS e uma silagem de melhor qualidade.



OBJETIVO GERAL

Avaliar a recuperação de matéria seca em silagens de capiaçu com inclusão de farelo de soja em diferentes níveis, com e sem o uso de inoculante bacteriano.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Quantificar a produção de efluentes e gases, perdas totais, recuperação de matéria seca e a matéria seca total em relação aos níveis de farelo de soja e inoculante.

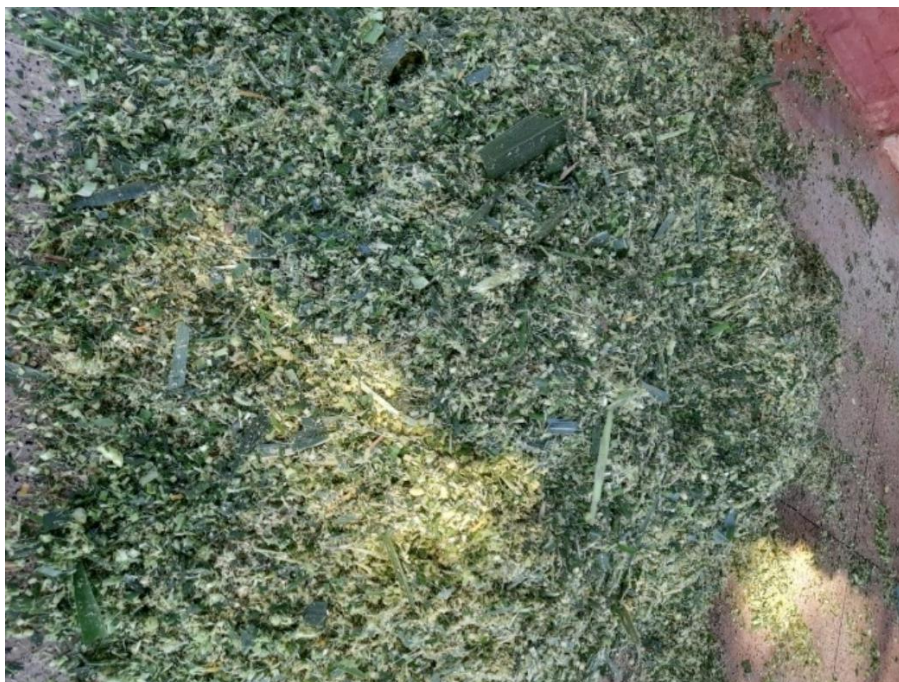
MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no laboratório de bromatologia do Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos Rodovia BR-153, Km 633, durante o mês de novembro de 2023.

Material Vegetal

O capim capiaçu (*Pennisetum purpureum Schumach*) utilizado foi colhido com 60 dias, com altura média de 170 cm, 19% MS (matéria seca). Após a colheita, o material foi picado em partículas de aproximadamente de 1-2 cm. Como observa-se na figura 1 o material ensilado e misturado com o farelo de soja.

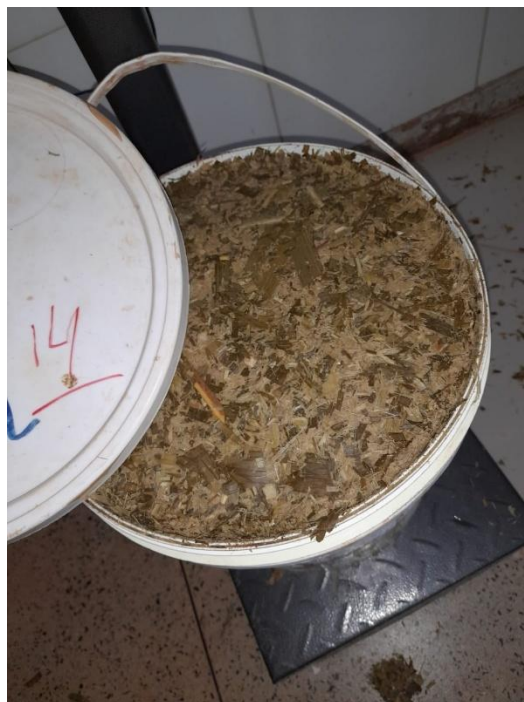
Figura 1. Capiapu picado e pronto para a inclusão de inoculante e farelo de soja



Processo de Ensilagem

Após a homogeneização do material picado, procedeu-se à preparação dos silos experimentais de 20 litros. No fundo de cada recipiente, adicionou-se areia acondicionada em sacos de TNT, visando evitar o contato direto com a forragem e permitir a mensuração de efluentes. Por fim, o material foi distribuído e compactado manualmente para a expulsão do ar. Os silos foram vedados com fita adesiva, tendo uma válvula bunsen para saída dos gases, os mesmos foram armazenados em local seco e sombreado por um período de 56 dias. Na figura 2 observa-se o balde aberto com a silagem já fermentada aberta realizando a pesagem.

Figura 2. Silagem de Capiaguá com 14% de farelo de soja no momento da abertura



Coleta e Preparação das Amostras: Após o período de fermentação, os silos foram abertos e amostras de silagem foram coletadas retirando 3 cm da camada superior e retirando em pontos aleatórios do balde para a determinação da matéria seca. As amostras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada à 65°C. A recuperação de matéria seca foi calculada com base na diferença entre a matéria seca inicial e a matéria seca final, expressa em percentual. Antes do momento da abertura, os silos foram pesados, para determinação das perdas de matéria seca (MS) na forma de gases e efluentes e a recuperação de matéria seca (RMS) segundo equações descritas por Zanine et al. (2010).

As perdas por gases foram obtidas com base na equação 1:

$$G = (PCI - PCf) / (MFi \times MSi) \times 10000,$$

onde:

G: perdas por gases (%MS);

PCI: peso do silo cheio no fechamento (kg);

PCf: peso do silo cheio na abertura (kg);

MFi: massa de forragem no fechamento (kg); MSi: teor de matéria seca da forragem no fechamento (%).



As perdas por efluente foram calculadas pela equação 2, abaixo descrita, baseadas na diferença de peso da areia e relacionadas com a massa de forragem fresca no fechamento.

Equação 2.

$$E = [(PVf - Ts) - (PVi - Ts)] / MFi \times 100,$$

onde:

E: produção de efluentes (kg/tonelada de silagem);

PVi: peso do silo vazio + peso da areia no fechamento (kg);

PVf: peso do silo vazio + peso da areia na abertura (kg);

Ts: tara do silo;

MFi: massa de forragem no fechamento (kg).

A recuperação de matéria seca foi estimada a partir equação 3:

Equação 3.

$$RMS = (MFa \times MSa) / (MFf \times MSf) \times 100,$$

onde:

RMS: taxa de recuperação de matéria seca (%);

MFf: massa de forragem no fechamento (kg);

MSf: teor de matéria seca da forragem no fechamento (%);

MFa: massa de forragem na abertura (kg);

MSa: teor de matéria seca da forragem na abertura (%).

Análise Estatística

Utilizou-se um esquema fatorial 2 x 4 (com e sem inoculante bacteriano e quatro níveis de farelo de soja) no delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Foram utilizados os níveis de farelo de soja: 0%; 7%; 14% e 21%, adicionados com base na matéria natural do farelo de soja e do capim.

Os dados foram submetidos às análises de variância e de regressão, sendo esta última utilizada para verificar o efeito da adição do farelo de soja. A seleção dos modelos baseou-se na significância dos coeficientes, no coeficiente de determinação (R^2) e no nível de significância adotado ($p=0,05$).



Os dados foram submetidos à análise de variância pelo procedimento PROC Glim com uso do software estatístico SAS UNIVERSITY (2015) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

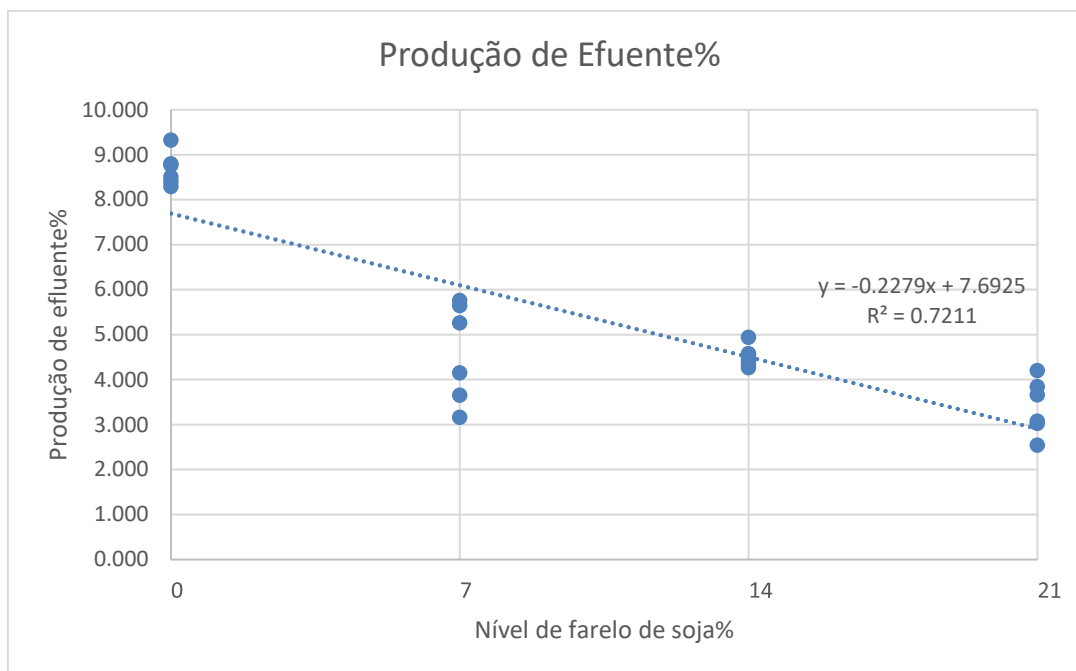
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produção de efluente

Os dados de produção de efluentes estão apresentados no Gráfico 1. Não houve efeito isolado da adição de inoculante bacteriano ($P > 0,05$), entretanto, observou-se influência do farelo de soja ($P < 0,05$) e interação significativa entre os fatores soja e inoculante ($P < 0,05$).

A produção de efluente na silagem de capiaçu está relacionada ao baixo teor de matéria seca da forrageira no momento da ensilagem, principalmente quando colhida muito jovem. Esse efluente é composto por nutrientes solúveis, como carboidratos e compostos nitrogenados, e pode comprometer a qualidade nutricional da silagem, além de gerar impacto ambiental quando descartado no solo ou em corpos d'água (LOURES et al., 2003). Para minimizar esse problema, recomenda-se a realização de compactação eficiente e o uso de aditivos absorventes, que atuam como sequestrantes de umidade, a exemplo do farelo de soja e do fubá de milho. Esses aditivos contribuem para elevar o teor de matéria seca do material ensilado, reduzir a vazão de efluentes e favorecer um processo fermentativo mais estável (ANDRADE et al., 2012).

Gráfico 1. Produção de efluente na silagem de Capiáçu aditivada com farelo de soja, com e sem inoculante bacteriano



O farelo de soja apresenta elevado teor de matéria seca (89%), o que contribuiu para o incremento da MS total da silagem. Este resultado era esperado, uma vez que a inclusão gradual do farelo reduziu a produção de efluentes, evidenciando seu efeito como agente absorvente no processo de ensilagem. Segundo Andrade 2012 avaliaram os efeitos do fubá de milho e da casca de soja na silagem de capim-elefante cv. Roxo Botucatu. A utilização de aditivos na ensilagem reduziu as perdas por efluentes, a matéria seca variou com a utilização de aditivos, obtendo valores mais elevados na silagem com 10% de casca de soja ou fubá de milho, em relação à silagem de capim-elefante puro.

Tabela 1 - Produção de efluente - Silagem de capiaçu com diferentes níveis de farelo de soja, com e sem inoculante

| Inoculante | Níveis de farelo de soja | | | |
|------------|--------------------------|--------|-------|--------|
| | 0% | 7% | 14% | 21% |
| Com* | 8,55 | 5,55 | 4,44 | 3,27 |
| Sem* | 8,80 | 3,65 | 4,59 | 3,51 |
| Média | 8,67 A | 4,57 B | 4,51B | 3,39 C |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

* Não significativo



Observa-se que a silagem que não recebeu farelo de soja obteve maior produção de efluente, o que já era esperado devido ao baixo teor de matéria seca do Capiáçu no momento da ensilagem, as silagens com 7% e 14% de farelo de soja, não diferiram entre si, porém produziram maiores teores de efluente do que a silagem com 21% de farelo de soja, sendo esse valor recomendado considerando a menor produção de efluente. O efluente é o resíduo líquido liberado durante o processo de fermentação da silagem. Ele é composto por água e substâncias solúveis (açúcares, ácidos orgânicos, minerais e compostos nitrogenados). Sua produção é inversamente proporcional ao teor de matéria seca (MS) da forragem no momento do fechamento, sendo considerado portanto uma fonte de perda.

Andrade (2003) estudou os efeitos de três inoculantes biológicos na ensilagem do capim-elefante cv. Napier, observando que esses aditivos promoveram uma fermentação mais eficiente, com melhorias na qualidade e na digestibilidade da matéria seca.

Produção de gases

Nos dados de produção de gases, a adição de inoculante não diferiu ($P>0,05$) na produção de gases e também não houve interação ($P>0,05$) entre soja x inoculante. Embora a adição de farelo de soja possa contribuir para a redução da produção de gases, isso sugere que outras variáveis, como compactação, umidade da forragem ou fermentação microbiana, podem estar desempenhando um papel mais significativo na liberação de gases durante a ensilagem.

A produção de gases na ensilagem do capim-elefante BRS Capiáçu ocorre devido à fermentação, podendo causar perdas nutritivas. Fatores como baixo teor de matéria seca (MS), má compactação e vedação inadequada aumentam essas perdas. O farelo de soja contém 92% de matéria seca, tal valor contribui para aumentar o teor de matéria seca da silagem de Capiáçu.

O capim Capiáçu, apesar de apresentar alto potencial produtivo e excelente valor nutritivo quando colhido no ponto ideal, caracteriza-se por possuir baixo teor de matéria seca (MS) nesse estágio, geralmente abaixo do



recomendado para uma fermentação adequada. De acordo com Kung Jr. (2003), silagens de alta qualidade devem apresentar teores de MS entre 30% e 35%, faixa que favorece a fermentação láctica e reduz perdas por efluentes e produção excessiva de gases.

Nesse contexto, a inclusão do farelo de soja torna-se uma alternativa eficiente para corrigir a umidade do material ensilado, elevar o teor de matéria seca, melhorar a fermentação e contribuir para a redução da produção de gases durante o armazenamento, favorecendo maior recuperação de nutrientes e melhor estabilidade da silagem. Segundo Jobim et al. (2007), silagens com baixo teor de MS tendem a apresentar maiores perdas gasosas, decorrentes de fermentações indesejáveis que degradam carboidratos solúveis e diminuem a eficiência do processo.

Perdas Totais

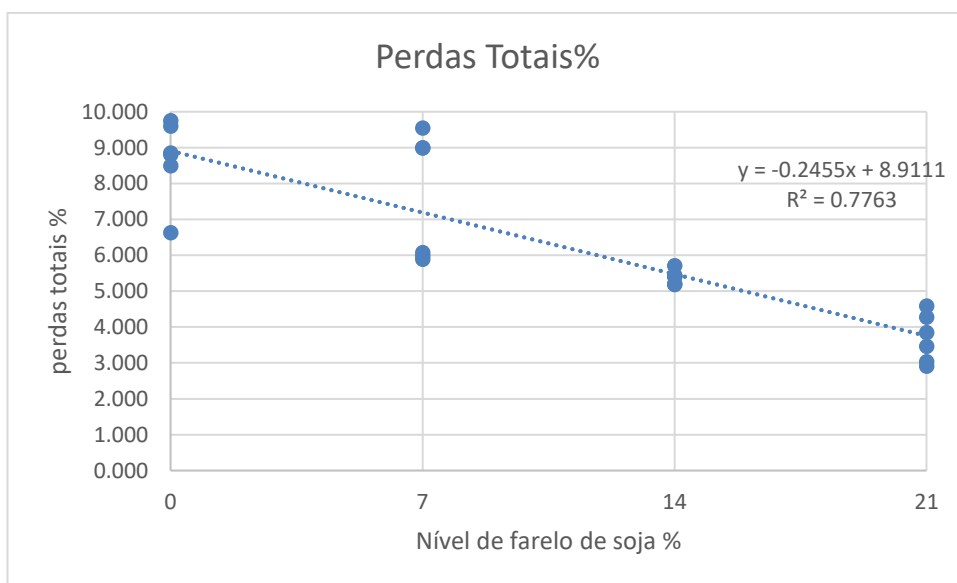
No gráfico 2 estão apresentados os dados de perdas totais, a adição de soja teve interferência ($P < 0,05$), assim como a adição de inoculante e também soja x inoculante ($P < 0,05$). A adição de farelo de soja à silagem de capiaçu pode contribuir para a redução das perdas totais, especialmente ao minimizar a liberação de efluentes e gases. No entanto, seu efeito não é isolado, sendo fundamental adotar práticas adequadas de compactação, vedação e manejo do silo para garantir a máxima eficiência na conservação da forragem.

As perdas totais em silagens correspondem à soma das perdas que ocorrem durante o processo de ensilagem, incluindo perdas por efluente, perdas gasosas e perdas por deterioração aeróbia. Essas perdas representam a fração de nutrientes que deixa de estar disponível para os animais, comprometendo o valor nutritivo e a eficiência do processo de conservação da forragem (McDONALD et al., 1991)

As perdas totais da silagem de capiaçu variam conforme o teor de matéria seca (MS), a fermentação e o manejo do silo. A adição de farelo de soja pode influenciar essas perdas, afetando a estabilidade da silagem. Fatores que influenciam as perdas totais: Perdas por efluente: O capiaçu apresenta alta umidade no momento da ensilagem, o que favorece a produção de efluentes ricos em nutrientes. A adição de farelo de soja aumenta a MS da silagem, reduzindo as perdas líquidas; Perdas gasosas: Resultam da degradação da

matéria orgânica durante a fermentação. Como observado, a adição de farelo de soja apresentou uma leve tendência de redução da produção de gases (não significativa); Perdas por deterioração aeróbia: Ocorrem quando há entrada de oxigênio no silo, favorecendo a atividade de microrganismos indesejáveis. Silagens com maior MS, como as que contêm farelo de soja, podem apresentar maior estabilidade aeróbia, reduzindo perdas.

Gráfico 2. Perdas totais em diferentes teores (0%,7%,14%,21%) de farelo de soja.



As perdas totais observadas nas silagens de capiaçu variaram entre 12 e 20%, influenciadas pelo teor de MS e pelo uso de aditivos. (SANTOS et al., 2020).

Tabela 2 Perdas totais - Silagem de capiaçu com diferentes níveis de farelo de soja, com e sem inoculante bacteriano

| Inoculante | Níveis de farelo de soja | | | |
|------------|--------------------------|----------|----------|----------|
| | 0% | 7% | 14% | 21% |
| Com | 8,71 A a | 9,17 A a | 5,27 A b | 3,65 A c |
| Sem | 8,65 A a | 5,97 B b | 5,51 A b | 3,71 A c |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna (inoculante ou não) e minúscula na linha (níveis de soja) não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.



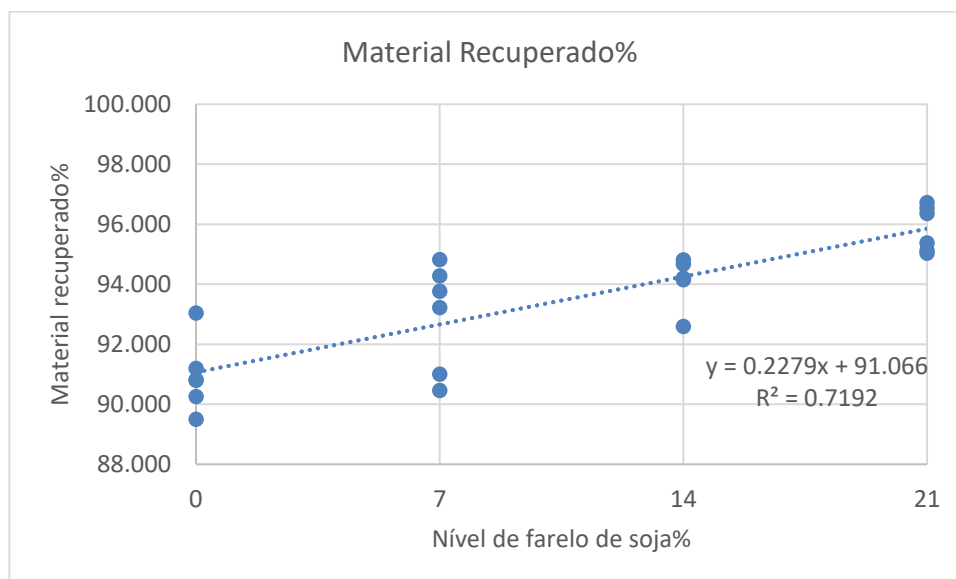
Observamos que a medida que o teor de farelo de soja aumenta, as perdas totais diminuem. No tratamento sem farelo de soja (0%), as perdas totais foram altas, já no nível de 21% de farelo de soja, as perdas foram as menores, indicando que o aumento da matéria seca reduziu as perdas. A influência do inoculante foi inconsistente, não mostrando um padrão claro de benefício para a redução de perdas, obtendo diferença estatística apenas no nível de 7% de farelo de soja no qual as perdas totais foram mais com inoculante do que sem inoculante, isso se deve ao fato do inoculante bacteriano ser eficaz apenas destinado a uma cultura específica para reduzir as perdas totais. Isso sugere que o teor de MS e o manejo da fermentação são fatores mais determinantes para minimizar perdas do que o uso do inoculante isoladamente. Estudos apontam que silagens com maior teor de matéria seca apresentam menores perdas totais. Segundo McDonald et al. (1991), a adição de fontes energéticas, como farelo de soja ou de milho, melhora a eficiência fermentativa e reduz perdas por efluente e gases.

Recuperação de Matéria seca

Os dados referentes a recuperação de matéria seca estão apresentados no Gráfico 3. Observou-se que a inclusão de soja exerceu influência significativa ($P < 0,05$), ao passo que a adição de inoculante bacteriano não apresentou efeito isolado ($P > 0,05$). Entretanto, a interação entre soja x inoculante foi significativa ($P < 0,05$).

A recuperação de matéria seca refere-se à fração de matéria seca (MS) que permanece disponível para alimentação após o período de fermentação e armazenamento da silagem. A eficiência da recuperação de material é influenciada por diversos fatores, incluindo perdas por efluentes, gases e deterioração aeróbia.

Gráfico 3. Recuperação de matéria seca da silagem de Capiaçú aditivada com farelo de soja.



A adição de farelo de soja teve melhorou a recuperação de matéria seca, reduzindo perdas e aumentando a eficiência da silagem. O uso de inoculante isolado não apresentou efeito expressivo, mas sua interação com a soja mostrou interferência.

Tabela 3 Recuperação de matéria seca da silagem de Capiaçú com diferentes níveis de farelo de soja, com e sem inoculante

| Inoculante | Níveis de farelo de soja | | | |
|------------|--------------------------|-----------|-----------|-----------|
| | 0% | 7% | 14% | 21% |
| Com | 90,51 A a | 91,56 A a | 94,39 A a | 96,10 A b |
| Sem | 91,36 A a | 94,29 B b | 93,81 A b | 95,62 A c |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna (inoculante ou não) e minúscula na linha (níveis de soja) não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Observamos que há um aumento progressivo na recuperação de material conforme o teor de farelo de soja aumenta. Já o uso de inoculante bacteriano isoladamente não influenciou a recuperação tendo valores bem

semelhantes. Segundo McDonald et al(1991), forragens com baixa MS tendem a apresentar maiores perdas, enquanto a adição de fontes de carboidratos, como milho ou soja, melhora a recuperação da silagem.

Matéria Seca Total

No gráfico 4 estão apresentados os teores de matéria seca total, a adição de soja teve interferência ($P < 0,05$), já a adição de inoculante bacteriano não teve interferência ($P > 0,05$) e na relação soja x inoculante teve interferência ($P < 0,05$). O teor de matéria seca total aumentou significativamente com a adição de farelo de soja, reduzindo perdas por efluente e melhorando a recuperação da silagem. A adição de inoculantes bacterianos não afetou diretamente a matéria seca total, mas pode contribuir para a preservação da qualidade fermentativa.

A matéria seca total (MST) da silagem é um indicador fundamental da qualidade do material ensilado, pois influencia diretamente a estabilidade fermentativa, a digestibilidade e o aproveitamento nutricional pelos animais.

Gráfico 4. Matéria Seca Total em diferentes teores (0%,7%,14%,21%) de farelo de soja.

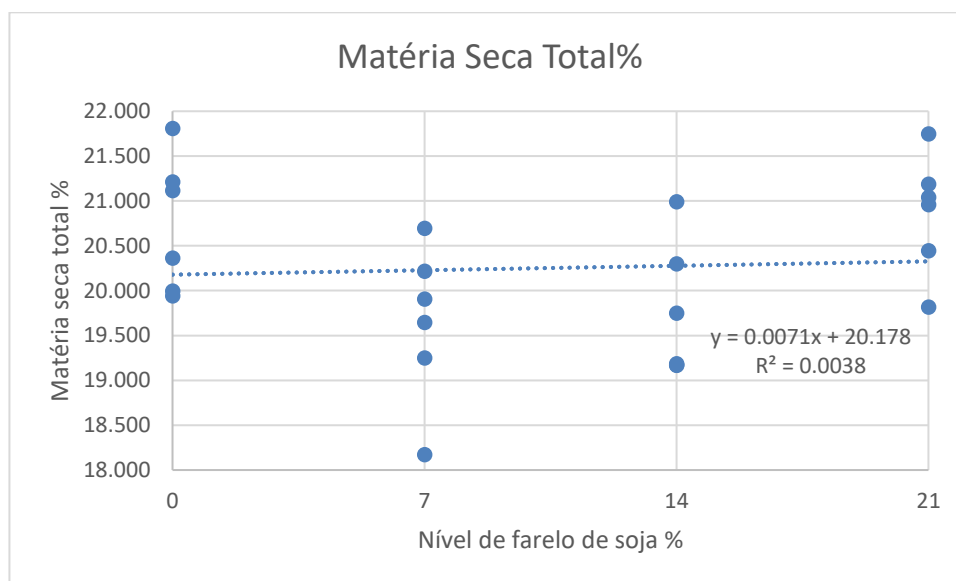


Tabela 4 Silagem de capiaçu com diferentes níveis de farelo de soja, com e sem inoculante

| Inoculante | Níveis de farelo de soja | | | |
|------------|--------------------------|-----------|-----------|-----------|
| | 0% | 7% | 14% | 21% |
| Com | 20,09 A a | 19,02 A a | 19,77 A a | 21,29 A b |
| Sem | 21,37 A a | 20,27 A b | 19,74 A c | 20,43 A b |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna (inoculante ou não) e minúscula na linha (níveis de soja) não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Verificou-se que, apesar da variação nos valores, não houve uma tendência linear clara entre o aumento do farelo de soja e o teor de matéria seca. Os valores de MST oscilaram, sendo que o maior valor foi registrado no tratamento sem adição de inoculante e sem farelo de soja (21,37%) e o menor no tratamento com 7% de farelo de soja e com inoculante (19,02%).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do capim-elefante BRS Capiáçu para produção de silagem demonstrou ser uma alternativa viável e eficiente, especialmente quando associado à adição de farelo de soja como aditivo absorvente e fonte energética. Os resultados obtidos neste estudo indicam que a inclusão crescente de farelo de soja proporcionou melhorias significativas na recuperação de matéria seca (MS), bem como na redução das perdas por efluente e gases.

O teor de 21% de farelo de soja apresentou os melhores resultados, com maior recuperação de MS e menores perdas totais, evidenciando que a elevação do teor de matéria seca da forragem é um fator determinante para a eficiência do processo de ensilagem. A adição de inoculante bacteriano, por sua vez, não demonstrou efeito consistente quando usada de forma isolada, apresentando benefícios apenas em interação com determinados níveis de farelo de soja, o que sugere que sua eficácia depende da adequação à cultura forrageira utilizada.

CONCLUSÃO

A maior recuperação de matéria seca foi obtida com a adição de 21% de



farelo de soja à silagem de Capiáçu. Devido à ausência de efeito do inoculante bacteriano, sugere-se o aprofundamento das pesquisas sobre sua utilização.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Alexandro Pereira 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.

ANDRADE, Stefano Juliano Tavares de; MELOTTI, Laércio. Inoculantes bacterianos na ensilagem do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum). *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v. 40, p. 219–223, 2003.

BERNARDINO, F. S. et al. Produção e características do efluente e composição bromatológica da silagem de capim-elefante contendo diferentes níveis de casca de café. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 34, supl., p. 2185–2191, 2005.

JANK, L.; MARTUSCELLO, J. A.; EUCLIDES, V. P. B.; VALLE, C. B.; RESENDE, R. M. S. *Panicum maximum*. In: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. (org.). *Plantas forrageiras*. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 2010.

JOBIM, C. C. et al. A qualidade da silagem de forrageiras e suas implicações na produção animal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, supl. esp., 2007.

KUNG JR., L. et al. Silage fermentation and preservation. In: BUX, D. (ed.). *Silage science and technology*. Madison: American Society of Agronomy, 2003.

LIMA JÚNIOR, D. M. et al. Silagem de gramíneas tropicais não-graníferas. *Archivos de Ciencias Veterinarias y Zootecnia*, v. 10, n. 2, p. 1–11, 2014.

LOURES, D. R. S. et al. Características do efluente e composição químico-bromatológica da silagem do capim-elefante sob diferentes níveis de compactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 32, n. 6, p. 1851–1858, 2003.

MCDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. *The biochemistry of silage*. 2. ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991.

MUCK, R. E. Silage microbiology and its control through additives. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, p. 183–191, 2010.

PAULA, Paulo Ricardo Pereira et al. Composição bromatológica da silagem de capim-elefante BRS Capiáçu com inclusão de fubá de milho. *Pubvet*, v. 14, p. 148, 2020.



PEREIRA, A. Vander et al. BRS Capiaçú: cultivar de capim-elefante de alto rendimento para produção de silagem. Brasília, DF: Embrapa, 2016.

REZENDE, A. V. et al. Potencial produtivo e qualidade do capim-elefante BRS Capiaçú em diferentes idades de corte. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v. 19, n. 2, 2018.

REZENDE, A. V.; SOUZA CARNEIRO, M.; PEREIRA, L. G. R. Evaluation of elephant grass silage with different levels of soybean hulls. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 47, e20170233, 2018.

SANTOS, E. M. et al. Produção e qualidade de silagens de capins tropicais. Boletim da Indústria Animal, v. 77, n. 1, p. 1–12, 2020.

SANTOS, M. V. F. et al. Fatores que afetam o valor nutritivo das silagens de forrageiras tropicais. Archivos de Zootecnia, v. 59, p. 25–43, 2010.

VILELA, D. et al. Aditivos na ensilagem: quando e como utilizar. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2000.

WEINBERG, Z. G.; CHEN, Y.; GAMBURG, M. The passage of inoculant lactic acid bacteria from silage into rumen fluid: in vitro studies. Journal of Applied Microbiology, 2003.

ZANINE, Anderson de Moura et al. Evaluation of elephant grass silage with the addition of cassava scrapings. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 39, n. 12, 2010.