



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

ANTONIO LEOPOLDINO NETO

ENSILAGEM DE GENÓTIPOS DE CAPIM-ELEFANTE: IMPACTO DO PORTE DA
PLANTA, FREQUÊNCIA DE CORTE E INCLUSÃO DE LEGUMINOSA NATIVA

Recife
2023

ANTONIO LEOPOLDINO NETO

ENSILAGEM DE GENÓTIPOS DE CAPIM-ELEFANTE: IMPACTO DO PORTE DA PLANTA, FREQUÊNCIA DE CORTE E INCLUSÃO DE LEGUMINOSA NATIVA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco para obtenção do título de Doutor em Zootecnia

Área de concentração: Forragicultura

Orientador Prof. Dr. Márcio Vieira da Cunha

Coorientadores:

Prof. Dr. Alexandre Carneiro Leão de Mello

Prof. Dr. Evaristo Jorge Oliveira de Souza

RECIFE
2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- L587e Leopoldino Neto, Antonio
Ensilagem de genótipos de capim-elefante: impacto do porte da planta, frequência de corte e inclusão de leguminosa nativa / Antonio Leopoldino Neto. - 2023.
76 f. : il.
- Orientador: Marcio Vieira da Cunha.
Coorientador: Alexandre Carneiro Leao de Mello.
Inclui referências.
- Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Recife, 2024.
1. digestibilidade. 2. teor de matéria seca. 3. taninos. 4. coeficiente de fermentação. I. Cunha, Marcio Vieira da, orient. II. Mello, Alexandre Carneiro Leao de, coorient. III. Título



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

ENSILAGEM DE GENÓTIPOS DE CAPIM-ELEFANTE: IMPACTO DO PORTE DA
PLANTA, FREQUÊNCIA DE CORTE E INCLUSÃO DE LEGUMINOSA NATIVA.

Tese elaborada por
ANTONIO LEOPOLDINO NETO

BANCA EXAMINADORA

Prof^o. Dr. Márcio Vieira da Cunha
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)
(Orientador)

Prof^a. Dra. Mércia Virginia Ferreira dos Santos
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Prof^o. Dr. Valdson José da Silva
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Dr. Italvan Milfont Macêdo
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Dr. Erinaldo Viana de Freitas
Instituto Agrônômico de Pernambuco - IPA

Aos meus pais, por acreditarem e me incentivarem durante toda essa jornada, assim como
minha esposa, por está sempre ao meu lado.

DEDICO

AGRADECIMENTO

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por me dá saúde, discernimento e autocontrole para conseguir chegar à realização de mais um sonho.

A toda minha Família, pelo apoio incondicional, assim como todo auxílio que foi dado durante realização desta etapa da vida. A Naidjane Carvalho, que com muita paciência e amor, me deu força e incentivou a continuar sobretudo nos momentos difíceis.

Agradeço a Universidade Federal Rural de Pernambuco, em especial ao Departamento de Zootecnia e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

Ao meu orientador, Professor Dr. Márcio Viera da Cunha, por todos os esclarecimentos e orientação durante a realização da pesquisa, assim como pelas conversas que me ajudaram a chegar até aqui. Aos meus coorientadores, Professores Dr. Alexandre Carneiro Leão de Mello e Dr. Evaristo Jorge Oliveira de Souza. Em nome deles, agradeço também a todo corpo docente do programa de pós-graduação em Zootecnia.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de Doutorado.

Agradeço aos técnicos do Laboratório de Nutrição Animal, Vanessa e Carlos, por toda ajuda durante as análises, sobretudo as conversas e esclarecimento de dúvidas. A vocês, um forte abraço.

A todos que fazem parte do Laboratório de Pequenos Ruminantes e aos amigos que sempre ajudaram no desenvolvimento da pesquisa, Salmo Olegário, Marina Almeida, Agne Martins. A todos que tiraram um momento do seu tempo para me ajudar.

A Seu Reginaldo, por fornecer moradia durante todo o período que estive em Recife. Agradeço a seus sobrinhos que sempre me ajudaram.

Aos amigos que vieram do mestrado, Fabio Santos e Elisvaldo José, assim como, aos que foram se tornaram amigos após a chegada: Lucas Avelar, Pedro, Maycon, Salmo, Luiz, Marina, João, Agne, Caio, Raysa. Mesmo os não citados foram importantes na minha construção profissional.

A todos os funcionários que fazem a Fazenda Experimental de Garanhuns: sem vocês não seria possível a realização da pesquisa. Em particular a Renato, Rodrigo, Luciano, Marcos, Everaldo, Esmeraldo, Sebastião, Luiz, Paulo, Suzana, Vanilson. Agradeço a Elisvaldo Alencar, por todo apoio e participação no Experimento.

A TUDO E TODOS AGRADEÇO!

A Cruz sagrada seja a minha Luz.

Não seja o Dragão meu guia.

Retira-te Satanás!

Nunca me aconselhes coisas vãs.

É mal o que tu me ofereces.

Bebe tu mesmo do teu veneno!

Oração de São Bento

RESUMO

O capim-elefante (*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone) é uma das gramíneas mais utilizadas para produção de silagem em regiões tropicais. Uma compreensão abrangente dos impactos de genótipos com diferentes alturas de plantas e manejo de corte é crucial para potencializar o processo de ensilagem desta gramínea. Frequências de corte mais baixas, principalmente em plantas de porte alto, podem comprometer a qualidade da silagem produzida, e a inclusão de leguminosas pode ser uma estratégia para melhorar a ensilagem e o valor nutricional da silagem de capim-elefante. Neste contexto, foram realizados dois experimentos para avaliar as características fermentativas e o valor nutricional da silagem de capim elefante em área de clima tropical (Garanhuns, Pernambuco, Brasil). O primeiro experimento teve como objetivo estudar diferentes genótipos de capim-elefante com diferentes alturas de plantas (IRI 381 e Elephant B, genótipos altos, e Taiwan A-146 2,37 e Mott, genótipos baixos), submetidos a frequências de corte (60 e 90 dias). Os tratamentos foram distribuídos aleatoriamente em esquema fatorial 4×2 com quatro repetições. O coeficiente de fermentação melhorou na silagem de genótipos altos manejados com frequência de corte de 90 dias e as perdas por efluentes foram menores (4,72 g kg⁻¹) na silagem IRI-381 nesta frequência. Somente em Mott o pH foi menor na frequência de corte de 90 dias (3,76). Os teores de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) nas silagens Mott permaneceram inalterados quando a frequência de corte diminuiu, mas outras silagens apresentaram aumento no teor de MS e diminuição no teor de PB. Diferenças entre os genótipos quanto ao teor de MS e fibra em detergente neutro (FDN) nas silagens só ocorreram na frequência de corte de 90 dias, sendo que nessa frequência Mott apresentou menor teor de MS e FDN que os demais (175,62 e 594,12 g kg⁻¹). O teor de FDN aumentou apenas nas silagens do genótipo Elefante B na frequência de corte de 90 dias (667,90 g kg⁻¹). A fração A da proteína foi maior em IRI-381 (65,23% de PB) em comparação com Mott (40,12% de PB), enquanto a fração B3 foi maior em Taiwan (14,87% de PB) em comparação aos genótipos altos (10,02 e 8,10% de PB). A silagem do Elefante B apresentou menor estabilidade aeróbia, independente da frequência de corte, enquanto a mais estável foi a do Mott. A silagem IRI-381 apresentou melhores características fermentativas na frequência de corte de 90 dias. Recomenda-se o corte do capim elefante a cada 60 dias para obtenção de silagem com maior valor nutritivo em comparação ao corte a cada 90 dias. Porém, na frequência de corte de 90 dias, a silagem Mott apresenta melhor composição química. No segundo experimento, objetivou-se estudar a silagem dos mesmos genótipos de capim-elefante, com e sem adição de Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) (0 e 20%), com frequência de corte de 90 dias. Os tratamentos foram distribuídos aleatoriamente em esquema fatorial 4 x 2 com quatro repetições. Não foram observados efeitos significativos para genótipos e níveis de inclusão de Sabiá e suas interações para perda de gases (24,42%), recuperação de matéria seca (90,02%), pH (4,5) e nitrogênio amoniacal (9,03 % do total N). A inclusão de 20% de Sabiá proporcionou um aumento de 28% no coeficiente de fermentação (CF). O genótipo Mott apresentou maior produção de efluentes entre os genótipos estudados (36 kg t massa verde⁻¹), e o nível de inclusão de 20% de Sabiá reduziu a produção de efluentes (13 kg t massa verde⁻¹) devido ao aumento no teor de MS (315,7 g kg⁻¹). A inclusão de 20% de Sabiá proporcionou aumento no teor de PB, taninos condensados (CT) e menores teores de FDN, fibra em detergente ácido, DIVMS e carboidratos totais. A quebra da estabilidade nas silagens de Elefante B e Taiwan foi registrada 36 horas após abertura dos silos. O aumento da CT levou a uma redução da digestibilidade. Essas informações são importantes para os produtores que utilizam capim elefante para produção de silagem, pois

podem ajudar a otimizar o manejo e a produção de silagem de acordo com seu genótipo e necessidade de frequência de corte.

Palavras-chave: coeficiente de fermentação, digestibilidade, perdas por efluentes, proteína bruta, taninos, teor de matéria seca

ABSTRACT

Elephant grass [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone] is one of the most used grasses for silage production in tropical regions. A comprehensive understanding of the impacts of genotypes with different plant heights and cutting management is crucial to maximize the ensiling process of this grass. Lower cutting frequencies, especially in plants with larger genotypes, can compromise the quality of produced silage, and the inclusion of legumes can be a strategy to improve both the ensiling process and the nutritional value of elephant grass silage. In this context, two experiments were conducted to assess the fermentative characteristics and nutritional value of elephant grass silage in a tropical climate area (Garanhuns, Pernambuco, Brazil). The first experiment aimed to study different genotypes of elephant grass with varying plant heights (IRI 381 and Elephant B, tall genotypes, and Taiwan A-146 2.37 and Mott, short genotypes), subjected to cutting frequencies (60 and 90 days). Treatments were randomly distributed in a 4×2 factorial design with four replications. The fermentation coefficient improved in the silage of tall genotypes managed with a 90-day cutting frequency, and effluent losses were lower (4.72 g kg⁻¹) in IRI-381 silage at this frequency. Only in Mott, the pH was lower at the 90-day cutting frequency (3.76). Dry matter (DM) and crude protein (CP) content in Mott silages remained unchanged when the cutting frequency decreased, but other silages showed an increase in DM content and a decrease in CP content. Differences among genotypes in DM and neutral detergent fiber (NDF) content in silages only occurred at the 90-day cutting frequency, where Mott presented lower DM and NDF content compared to others (175.62 and 594.12 g kg⁻¹). The NDF content increased only in Elephant B genotype silages at the 90-day cutting frequency (667.90 g kg⁻¹). Fraction A protein was higher in IRI-381 (65.23% of CP) compared to Mott (40.12% of CP), while fraction B3 was higher in Taiwan (14.87% of CP) compared to tall genotypes (10.02 and 8.10% of CP). Elephant B silage showed lower aerobic stability, regardless of the cutting frequency, while the most stable was that Mott silage. IRI-381 silage presented better fermentation characteristics at the 90-day cutting frequency. It is recommended to cut elephant grass every 60 days to obtain silage with higher nutritional value compared to cutting every 90 days. However, at the 90-day cutting frequency, Mott silage presents a better chemical composition. The second experiment aimed to study the silage of the same elephant grass genotypes, with and without the addition of Sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.) (0 and 20%), with a 90-day cutting frequency. Treatments were randomly distributed in a 4 x 2 factorial design with four replications. No significant effects were observed for genotypes and levels of Sabiá inclusion and their interactions for gas losses (24.42%), dry matter recovery (90.02%), pH (4.5), and ammonia nitrogen (9.03% of total N). The inclusion of 20% of Sabiá provided a 28% increase in the fermentation coefficient (FC). Mott genotype showed higher effluent production among the studied genotypes (36 kg t green mass⁻¹) and the 20% inclusion level of Sabiá reduced effluent production (13 kg t green mass⁻¹) due to increased DM content (315.7 g kg⁻¹). The inclusion of 20% of Sabiá provided an increase in CP content, condensed tannins (CT), and lower levels of NDF, acid detergent fiber (ADF), in vitro dry matter digestibility (IVDMD), and total carbohydrates. The loss of stability in silages from Elefante B and Taiwan was recorded 36 hours after opening the silos. The increase in CT led to a reduction in IVDMD. These pieces of information are important for producers using elephant grass for silage production, as they can help optimize silage management and production according to their genotype and cutting frequency needs.

Keywords: Fermentation coefficient, digestibility, effluent losses, crude protein, tannins, dry matter content.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1. Digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) de silagem de genótipos de capim-elefante [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone] sob diferentes frequências de cortes.....31

Figura 2. Variação de temperatura de silagem de genótipos de capim-elefante [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone] em diferentes frequências de corte.....32

CAPÍTULO II

Figura 1. Coeficiente de fermentação de silagem de capim-elefante de diferentes portes [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone] aditivado com sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.)..... 51

Figura 2. Produção de efluentes em silagem de genótipos de capim-elefante [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone]de diferentes portes (A) e em silagem de genótipos de capim-elefante aditivado ou não com sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) (B).....52

Figura 3. Variação de temperatura da silagem de genótipos de capim-elefante [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone] de diferentes portes com inclusão de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.).....56

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

- Tabela 1.** Análises química-bromatológicas de genótipos de capim-elefante [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone] na frequência de corte de 60 e 90 dias, antes da ensilagem.....25
- Tabela 2.** Coeficiente de fermentação (CF), perdas por efluentes e pH de silagem de genótipos de capim-elefante [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone] em diferentes frequências de corte.....28
- Tabela 3.** Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MM) matéria mineral (MM) de silagem de genótipos de capim-elefante [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone] sob diferentes frequências de corte.....29
- Tabela 4.** Teores de proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) da silagem de genótipos de capim elefante [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone] em diferentes frequências de corte.....30
- Tabela 5.** Teores de carboidratos totais (CHOt), fracionamento de carboidratos (% de carboidratos totais) e fracionamento de proteína (% da PB) de silagem de genótipos de capim-elefante [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone] sob diferentes frequências de corte.....30

CAPÍTULO II

- Tabela 1.** Análise química-bromatológica de genótipos de capim-elefante de diferentes portes [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone] com inclusão de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.), antes da ensilagem em setembro de 2022.48
- Tabela 2.** Análise química-bromatológicas de silagem de capim elefante de diferentes portes [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone] aditivado com sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.).....53
- Tabela 3.** Interação genótipo x nível de inclusão de sábia (0 e 20%) sobre os teores de proteína bruta (g kg^{-1} de MS) de silagens de capim-elefante [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone] de diferentes portes.....53
- Tabela 4.** Fracionamento de proteína (% do PB) em silagem de capim-elefante [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone] de diferentes portes com inclusão de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.).....54

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1	Capim elefante: importância e porte da planta	4
2.2	Influência da frequência de corte no valor nutritivo do capim-elefante	8
2.3	Produção de silagem de capim-elefante.....	9
3	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	12
	CAPÍTULO I	17
	PORTE DA PLANTA E FREQUÊNCIA DE CORTE MODIFICAM CARACTERÍSTICAS DA SILAGEM DE CAPIM-ELEFANTE [<i>Cenchrus purpureus</i> (Schumach.) Morrone]	17
1	INTRODUÇÃO	20
2	MATERIAL E MÉTODOS	22
2.1.	Localização da área experimental e tratamentos	22
2.2.	Confecção dos silos e silagem	23
2.3.	Avaliações de perdas da silagem	23
2.4.	Análises química-bromatológicas e digestibilidade <i>in vitro</i> da forragem e das silagens	24
2.5.	Fracionamento de carboidratos e proteínas	26
2.6.	Avaliação da estabilidade aeróbia das silagens	26
2.7.	Análise estatística	27
3	RESULTADOS	28
4	DISCUSSÃO	32
5	CONCLUSÃO	37
	Capítulo II	40
	A INCLUSÃO DE SABIÁ (<i>Mimosa caesalpinifolia</i> Benth.) NA ENSILAGEM DE CAPIM- ELEFANTE [<i>Cenchrus purpureus</i> (Schumach.) Morrone] MELHORA A FERMENTAÇÃO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA SILAGEM	40
1	INTRODUÇÃO	43
2	MATERIAL E MÉTODOS	45
2.1.	Localização da área experimental e tratamentos	45
2.2.	Confecção dos silos e silagem	46
2.3.	Avaliações de perdas da silagem	46
2.4.	Análises química-bromatológicas e digestibilidade <i>in vitro</i> forragem e das silagens	48
2.5.	Fracionamento de carboidratos e proteínas	49
2.6	Avaliação da estabilidade aeróbia das silagens	50

2.8.	Análise estatística	50
3	RESULTADOS	51
4	DISCUSSÃO	55
5	CONCLUSÃO	59
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60

1 INTRODUÇÃO

As regiões tropicais possuem clima marcado por altas temperaturas e distribuição irregular de chuvas, o que impacta significativamente a produção e a qualidade da forragem, especialmente durante o período seco do ano. Essa condição leva a uma diminuição na produção animal neste período.

A confecção de silagem é uma estratégia para garantir estabilidade no suprimento de forragem ao longo do ano, visando superar o déficit encontrado em épocas de escassez de alimentos, nos períodos de estiagem (FIGUEIREDO et al., 2022), podendo ser usada também comercializada (BUENO et al., 2020). A ensilagem é utilizada para conservar o valor nutritivo das plantas, permitindo a colheita no intervalo de corte adequado, antes da maturidade, assim como permitir maior controle do volumoso ofertado aos animais, em propriedades onde os animais são confinados ou mantidos a pasto.

O capim-elefante (*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone) é uma espécie forrageira amplamente empregada para produção de silagem em áreas tropicais, destacando-se como uma das principais opções para a alimentação de ruminantes na produção pecuária (LEMOS et al., 2021; PEREIRA et al., 2021; COSTA et al., 2022; SILVA et al., 2023c).

Aspectos morfológicos, notadamente o porte da planta e manejo, como a frequência de corte, podem ser considerados importantes para direcionar a utilização dessa espécie para ensilagem (SILVA et al., 2021c). Os genótipos de capim-elefante podem ser categorizados em grupos distintos de acordo com o porte da planta. Os capins classificados como de porte baixo ou anão exibem um alongamento reduzido do colmo, o que contribui para uma menor perda do valor nutritivo à medida que amadurecem, ao contrário do que acontece com os capins de porte alto (CHAVES et al., 2016).

A definição da frequência de corte no capim-elefante pode ser influenciada pelo porte da planta. Genótipos de porte alto podem exigir maior frequência de corte que aqueles de porte baixo, uma vez que possuem maior alongamento dos entrenós (ALENCAR et al., 2023) e podem perder mais rapidamente o valor nutritivo (SILVA et al., 2023a). Este comportamento pode também refletir sobre as características fermentativas e o valor nutritivo da silagem de capim-elefante.

Na utilização de menores frequências de corte, é comum ocorrer redução do valor nutritivo, mas é possível que essa resposta seja diferente conforme o porte da planta de capim-elefante. Uma das estratégias que podem ser usadas para compensar a redução no valor nutritivo é a inclusão de leguminosas na silagem de capim-elefante (LEMOS et al., 2021).

A leguminosa Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) é uma forrageira arbórea nativa, com elevada produção de flores e sementes, que contribui na composição da dieta de bovinos, caprinos e ovinos, mas apresenta, grande diversidade morfológica a respeito da quantidade de acúleos, variando de totalmente ausente até muito acúleos (LIMA et al., 2008). É bastante utilizada para produção de estacas e recentemente tem sido estudada em sistemas silvipastoris (COSTA et al., 2021; SILVA et al., 2021; CARVALHO et al., 2022, CARVALHO et al., 2022). No manejo desta espécie, seja em sistemas silvipastoris ou mesmo nos monocultivos para produção de estacas, a poda pode gerar um excedente de forragem, o qual pode ser usado na ensilagem, a exemplo do capim-elefante.

Diante do exposto, a hipótese desta tese é que genótipos de capim-elefante de porte alto, manejados com menor frequência de corte apresentarão melhor fermentação, enquanto genótipos de porte baixo, em frequências de corte maiores, produzirão silagens com valor nutritivo superior. Também, que o uso da leguminosa nativa sabiá como aditivo na silagem pode melhorar perfil fermentativo e o valor nutritivo de silagens de capim-elefante.

Assim, objetivou-se avaliar características fermentativas e valor nutritivo da silagem de genótipos de capim-elefante de diferentes portes da planta, manejados com diferentes frequências de corte e com a inclusão de sabiá.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Capim elefante: importância e porte da planta

O capim-elefante [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone], é uma forrageira tropical tetraploide de origem africana, amplamente difundida no Brasil e no mundo (MUKTAR et al., 2023), e tem utilização nas formas de forragem de capineira, silagem e pastejo direto (VIANA et al., 2018; LEMOS et al., 2021). Segundo Bernardes e Rêgo (2014), aproximadamente 24% dos produtores de leite do Brasil utilizam silagem de forrageiras tropicais, sobretudo o capim-elefante.

O principal recurso forrageiro para a alimentação de ruminantes no Brasil tem sido as gramíneas tropicais. Entretanto, o rendimento dessas plantas apresenta flutuações qualitativas e quantitativas ao longo do ano devido a fatores climáticos, o que reflete na sazonalidade de produção de forragem. Este é um dos principais problemas para a cadeia produtiva, já que acarreta elevada variação de preços dos produtos (SILVA et al., 2010).

O capim elefante, por ser uma planta C₄, é altamente eficiente na fixação de CO₂ atmosférico, contribuindo para seu rápido crescimento e elevada produtividade (mais de 21,9 t de MS ha⁻¹ ano⁻¹, conforme Silva et al., 2023). Para obter ganhos de produtividade, a seleção de genótipos que tenham melhor desempenho para produção de MS, largura laminar foliar e número de perfilhos seria o recomendado (GRAVINA et al., 2020).

Segundo Pereira et al. (2000), as principais cultivares de capim-elefante são a Mineiro, Napier, Cameroon, Taiwan, Roxo de Botucatu e Mott. Dentro destas cultivares, existe grande variabilidade genética, que refletem em distintas características morfológicas e agronômicas (ROSSI et al., 2017; VIDAL et al., 2021). Essa variabilidade faz da espécie uma das gramíneas forrageiras tropicais mais importantes cultivadas no mundo (PEREIRA et al., 2021),

promovendo alta versatilidade de uso e aplicações, promovendo a seleção de genótipos adaptados para diferentes condições de clima e solo.

Existe no Brasil diversos genótipos de capim-elefante, podendo ser de porte alto ou baixo (anão). Silva et al. (2021) concluem que o porte favorece o tipo de manejo a ser adotado, genótipos de porte alto favorecem o manejo em capineiras e os de porte baixo em pastagens. A maior parte das capineiras instaladas no Brasil são com cultivares de capim-elefante de porte alto. Apesar da elevada produtividade destes cultivares, há grande contribuição da fração colmos, em detrimento das folhas, diminuindo a qualidade da forragem produzida (SOUZA et al., 2021).

Souza et al. (2021) estudaram 73 genótipos de capim elefante e observaram que 11 genótipos apresentaram simultaneamente alta capacidade produtiva, ampla adaptabilidade e estabilidade produtiva, entre eles duas cultivares de Taiwan (Taiwan A-46 e Taiwan A-121).

Os aspectos de manejo e o porte do capim-elefante são importantes para direcionar sua utilização nos diferentes sistemas de produção (SILVA et al., 2021). As respostas morfológicas, produtivas e químico-bromatológicas de diferentes genótipos podem ser afetadas pela frequência de corte (ALENCAR et al., 2023). A utilização de capineira é o principal sistema de cultivo de capim elefante, que pode ser fornecido *in natura* ou na forma conservada, notadamente como silagem. Nesta instalação, grande parte da forragem produzida na estação chuvosa costuma ser subutilizada, pois os animais também têm forragem nos pastos (GUSMÃO et al., 2018). Assim, ensilar se torna uma ótima estratégia, pois permite flexibilização de utilização da silagem produzida, seja para alimentação dos animais, para comercialização ou outro fim.

Um dos aspectos que devem ser levados em consideração para a produção de capim elefante em capineira é o valor nutricional. Silva et al. (2021) relataram que genótipos de porte

baixo, como Mott e Taiwan A-146 2.37, são recomendados para produção em sistema de capineira, assim como apresentam valor nutricional superior aos genótipos de porte alto, tais como Elefante B e IRI-381.

O capim-elefante de porte alto IRI-381, introduzido pelo Instituto Agrônomo de Pernambuco - IPA do Indian Agricultural Research Institute, é um cultivar recomendado para utilização sob corte no estado de Pernambuco (FREITAS et al., 2009; LIRA et al., 2009). Dourado et al. (2019) identificaram que o capim elefante cv. IRI-381 de porte alto pode ser utilizado sob pastejo com a combinação entre taxa de lotação de 2 UA ha⁻¹ e adubação de 300 kg N ha⁻¹ na região de Mata Seca do Estado de Pernambuco.

A cultivar Elefante B, (também conhecido como Mercker, a primeira introdução no Brasil, junto com a cultivar Napier), de porte alto, nas condições do agreste Pernambucano, apresentou teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) de 720 g kg MS⁻¹ e fibra em detergente ácido (FDA) superiores a 350 g kg MS⁻¹, independente do sistema de cultivo, irrigado ou sequeiro (SOUZA et al., 2021).

O Taiwan A-146 2.37 é um genótipo de porte baixo gerado pelo Programa de Melhoramento do acordo UFRPE/IPA, por meio da autofecundação do cultivar Taiwan A-146. Nas condições do Agreste de Pernambuco, a taxa de acúmulo de forragem do genótipo Taiwan A-146 2.37 variou de 39 a 146 kg MS ha⁻¹ ano⁻¹ em sequeiro e irrigado, respectivamente (SILVA et al., 2021). Na Zona da Mata Seca de Pernambuco, Lemos et al. (2021) observaram que silagem do genótipo Taiwan A-146 2.37 apresenta maior valor nutricional quando comparada com genótipos de porte alto, com digestibilidade *in vitro* da matéria seca de 701 g.kg⁻¹ MS.

O Mott é um clone introduzido da Flórida, gerado por autofecundação da cultivar Merkeron (SOLLENBERGER et al., 1989; WILLIAMS; HANNA, 1995), de porte baixo. Yan

et al. (2021) verificaram que os primeiros entrenós da cultivar Mott apareceram aos 50 dias após o plantio e o comprimento médio foi de 2,05 cm.

De acordo com Cunha et al. (2013), os clones que apresentaram melhores desempenhos quanto à adaptabilidade e estabilidade da produção de forragem nas condições de Zona da Mata Seca de Pernambuco foram o Taiwan A-146 2.37 e o Elefante B, ambos com ampla adaptação ambiental. Viana et al. (2015) avaliaram a adaptabilidade e estabilidade de oito clones de capim-elefante sob pastejo e verificaram que os genótipos anões (Taiwan 2.27 e Mott) apresentaram maior estabilidade com base na taxa de acúmulo de forragem e número de folhas verdes por perfilho.

Souza et al. (2021), na região Agreste de Pernambuco, observaram que os genótipos de porte baixo Mott e Taiwan A-146 2.37 tiveram menor produção de matéria seca, entretanto, o genótipo Mott apresentou elevada relação folha/colmo. As folhas do capim-elefante Mott apresentam menor teor de FDN e maiores teores de proteína bruta e digestibilidade quando associadas à altura de 80 cm (RIBEIRO; GOMIDE; PACIULLO, 1999).

O valor nutritivo do capim-elefante pode sofrer influência devido alguns fatores como, a maior altura da planta, seja devido a genética do porte ou ao avanço da idade, que causa a diminuição progressiva da proporção de lâminas foliares, à medida que se intensifica o processo de alongamento dos entrenós, resultando na redução gradativa da relação folha/colmo (PINTO; GOMIDE; MAESTRI, 1994; CUOMO et al., 1996). O resultado de todo este processo é a redução na qualidade da forragem produzida.

Entre as características do capim-elefante de porte anão, o reduzido alongamento dos entrenós, provavelmente contribui para o maior valor nutritivo, pois o caule em alongamento constitui um forte dreno de assimilados e nutrientes, acumulando carboidratos estruturais e

lignina contribuindo para a redução no valor nutritivo da forragem produzida (SILVA et al., 2009).

2.2 Influência da frequência de corte no valor nutritivo do capim-elefante

O manejo da idade de corte pode variar conforme os genótipos de capim elefante, o que indica que a resposta destes materiais pode não ser a mesma em colheitas sucessivas (VIDAL et al., 2017). O aumento do intervalo entre cortes proporciona, de forma geral, redução dos teores de proteína, material mineral e digestibilidade da forragem e aumenta os teores da fibra (MARTINS-COSTA et al., 2008; FERREIRA et al., 2018).

O índice de área foliar, as características produtivas e químicas do capim-elefante são influenciadas pelo aumento na frequência de corte (SÂNCHEZ et al., 2019). Estes autores observaram diferença significativa na produção de forragem anual (30 e 46 t MS ha⁻¹ ano⁻¹) e menor altura de plantas (2,1 e 2,9 metros) com frequência de corte de 60 e 90 dias, respectivamente. Ademais, com o aumento da frequência de corte houve aumento da interceptação luminosa e o índice de área foliar até a maior frequência (90 dias).

À medida que a idade avança, a produção de forragem é maior, mas o teor de proteína bruta diminui e o nível de FDN aumenta (JAIME; ROSEMBERG; ECHEVARRÍA, 2019). Há também diminuição da relação folha/colmo em função da idade (LOPES et al., 2022). Cortes muito tardios correlacionam-se negativamente com o valor nutritivo da forrageira e cortes muito frequentes reduzem o volume de biomassa, delimitam as reservas orgânicas do vegetal e afeta o potencial de rebrota.

Alves et al. (2020), avaliaram três frequências (60, 75 e 90 dias) de corte para capim elefante (híbrido Carajás) e observaram o aumento nos teores MS e FDN e redução do teor da PB com a diminuição da frequência de corte, tanto para forragem *in natura* quanto a silagem e feno produzido nas diferentes frequências de corte, recomendando o uso na alimentação animal

quando atingir a idade de 60 dias. Geren et al. (2020) recomendaram frequência de corte para produção de silagem da grama rei (*Pennisetum hybridum*), híbrido interespecífico formado entre capim Napier e milho, de 60 dias com base matéria seca, energia metabolizável e componentes da parede celular.

O porte da planta pode ser um indicativo na escolha da frequência de corte mais indicada. Genótipos de porte baixo podem ser cortados com menor frequência de corte que os de porte alto, que possuem maior alongamento do colmo (Alencar et al., 2023) e podem perder mais rapidamente o valor nutritivo. As características fermentativas e o valor nutritivo da silagem de capim-elefante podem ser influenciadas por este comportamento.

2.3 Produção de silagem de capim-elefante

As gramíneas tropicais têm um enorme potencial para produção de silagem em climas quentes devido ao seu alto rendimento. A maior parte da produção de gramíneas C₄ da estação quente ocorre durante a estação chuvosa. Portanto, a ensilagem é uma ferramenta essencial para melhorar seu uso ao longo do ano. Semelhante às gramíneas temperadas, as gramíneas tropicais têm um alto teor de umidade se colhidas mais jovens quando apresentam maior valor nutritivo (DANIEL et al., 2019).

A silagem caracteriza-se como produto de uma fermentação anaeróbia, onde principalmente bactérias do gênero *Lactobacillus* consomem principalmente açúcares solúveis na forragem ensilada e produzem ácidos orgânicos (notadamente o ácido láctico). Com isso, ocorre diminuição do pH na massa ensilada, a níveis próximos de 4, o que faz a atividade bacteriana cessar e a forragem se manter conservada. O período de conservação depende da manutenção da condição anaeróbia, ou seja, de não permitir entrada de ar através de uma adequada vedação.

O capim-elefante apresenta alto teor de umidade e de carboidratos solúveis que pode influenciar negativamente o processo fermentativo, como perda de matéria seca e energia devido a ação de microrganismos oportunistas (ANDRADE et al., 2012). O baixo substrato (carboidratos solúveis) nas silagens de gramíneas tropicais pode limitar o crescimento microbiano (SEPPÄLÄ et al., 2016). A murcha ou aplicação de aditivos é frequentemente necessária para reduzir o risco de fermentação butírica e produção de efluentes em excesso (DANIEL et al., 2019).

Andrade et al. (2012) observaram em silagem de capim elefante que as perdas por efluentes são de 28,4 kg m⁻³ de silagem, com teor de MS de 21,1 %. Ademais, observaram também que a quebra da estabilidade ocorreu após 48 horas da abertura do silo. Segundo Muck et al. (2018), maiores concentrações residuais de carboidratos solúveis podem reduzir a estabilidade aeróbia. Com isso, os açúcares solúveis podem ser rapidamente utilizados por fungos e leveduras após abertura dos silos, fenômeno que eleva a temperatura e reduz a qualidade da silagem (LEMOS et al., 2021).

Gusmão et al. (2018) observaram que a silagem de capim-elefante apresenta menor estabilidade e maior deterioração. Ainda, explicam que a magnitude do processo de deterioração pode ser afetada pela quantidade de carboidratos solúveis em água residual e pela população de microrganismos presentes na silagem na abertura.

É importante buscar o maior equilíbrio entre rendimento de forragem e digestibilidade da silagem em genótipos de capim-elefante (ALVES et al., 2016). Para o armazenamento de espécies forrageiras, características como a relação folha/colmo constitui importante fator na avaliação da qualidade, uma vez que maior proporção de folhas pode evidenciar material de melhor digestibilidade, em virtude da menor presença de tecidos estruturais não degradáveis ou de difícil degradação no rúmen, podendo influenciar a dinâmica e velocidade da degradação da matéria seca pelos microrganismos do rúmen. Portanto, considerando as diferenças na relação

folha/colmo entre capim-elefante de diferentes portes de planta, bem como conforme a frequência de corte, é possível que a qualidade da silagem possa ser influenciada por estes fatores.

Soares et al. (2023) relatam maior consumo de matéria seca ($773,2 \text{ g.dia}^{-1}$ e $754,7 \text{ g.dia}^{-1}$) em ovinos alimentados com silagem de capim elefante de porte baixo Mott e Taiwan A-146 2.37, respectivamente, e $678,1 \text{ g.dia}^{-1}$ e $699,4 \text{ g.dia}^{-1}$ para os genótipos de porte alto IRI-387 e Elefante B, respectivamente. Entretanto, os valores de digestibilidade aparente da proteína e comportamento ingestivo não diferiram, concluindo que as silagens dos genótipos de porte baixo ou alto podem ser utilizadas na alimentação de ovinos, desde que não seja alimento exclusivo para fase de crescimento e lactação.

Uma das estratégias usadas para melhorar a qualidade da silagem de capim-elefante, principalmente quanto aos teores de proteína bruta e digestibilidade, é a inclusão de leguminosas na ensilagem (AJAYI, 2011; LEMOS et al., 2021; COSTA et al., 2022). Lemos et al. (2021) verificaram que houve um aumento no teor de MS de $237,7 \text{ g kg}^{-1}$ MN para $260,5 \text{ g kg}^{-1}$ MN, e proteína bruta de aproximadamente 30% na média entre todos os tratamentos, contudo, houve diminuição na digestibilidade de 691 g kg^{-1} MS para $676,6 \text{ g kg}^{-1}$ MS, em silagens com capim-elefante, sem ou com a leguminosa cunhã (*Clitoria ternatea* L.)

A sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) é uma árvore leguminosa, nativa do Brasil, incluindo a região Semiárida. Apresenta crescente potencial econômico para a exploração de produtos florestais madeireiros e não madeireiros (ARAÚJO et al., 2021). Além disso, pode fixar cerca $169 \text{ kg de N ha}^{-1}$ (APOLINÁRIO et al., 2015) e produzir forragem para alimentação animal (COSTA et al., 2016). Recentemente, muitos estudos têm mostrado o potencial desta espécie em sistemas silvipastoris (COSTA et al., 2021; SILVA et al., 2021; CARVALHO et al., 2022; CARVALHO et al., 2022).

A sabiá é uma espécie leguminosa com floração e produção de sementes abundantes, que contribui significativamente na composição da dieta de bovinos, caprinos e ovinos, mas apresenta, na maioria das plantas, grande densidade de acúleos, o que dificulta o consumo pelos animais (LIMA et al., 2008). Nos diferentes sistemas de cultivo da sabiá, as podas realizadas geram material vegetativo que podem representar forragem para os animais, notadamente as folhas e ramos finos (4 a 14% da parte aérea, conforme Apolinário et al., 2015), já que a planta pode apresentar muitos acúleos.

Apolinário et al. (2015) encontraram valores de nitrogênio nas folhas de sabiá que variaram de 26,9 a 38,5 g kg⁻¹ MS, enquanto Silva et al. (2021) encontraram valores de PB variando de 51 a 62 g.kg⁻¹. Além disso, a variação do teor de taninos condensados varia de 57,1 a 124 g.kg⁻¹ na folha e 50 a 83,8 g.kg⁻¹ entre galhos finos e casca (AZEVEDO et al., 2018; PEREIRA et al., 2018).

Vieira et al. (2005) afirmam que a suplementação alimentar dos rebanhos nordestinos deve ser voltada para alternativas que diminuam os custos de produção, como o cultivo de plantas forrageiras de reconhecido valor nutritivo. Ademais, os autores justificam que a utilização de forrageiras existentes na região, nas formas verde, fenada ou ensilada, pode suprir, em parte, a deficiência das pastagens nos períodos de estiagem, a custos relativamente baixos.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AJAYI, F. T. Effects of feeding ensiled mixtures of elephant grass (*Pennisetum purpureum*) with three grain legume plants on digestibility and nitrogen balance of West African Dwarf goats. **Livestock Science**, v. 142, n. 1–3, p. 80–84, 2011.
- ALENCAR, E. J. S. et al. Effect of harvest frequency and season on morphogenic and structural characteristics of dwarf and tall Elephant grass genotypes. **Grass and Forage Science**, 22 ago. 2023.
- ALVES, E. B. et al. 0642 Effect of canopy height on the nutritive value of elephant grass silage. **Journal of Animal Science**, v. 94, n. suppl_5, p. 306–307, 2016.

- ALVES, F. G. DA S. et al. Effect of cutting frequency on the yield and properties of elephant grass biomass for bioenergy and animal feed. **International Journal of Agriculture and Natural Resources**, v. 47, n. 1, p. 12–22, 2020.
- 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.
- APOLINÁRIO, V. X. O. et al. Tree legumes provide marketable wood and add nitrogen in warm-climate silvopasture systems. **Agronomy Journal**, v. 107, n. 5, p. 1915–1921, 2015.
- ARAÚJO, F. DOS S. et al. Análise genética e fenotípica em progênes de polinização livre de *Mimosa caesalpinifolia* Benth.: implicações para melhoramento genético. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, p. e19110313096, 2021.
- AZEVEDO, T. K. B. et al. Substâncias tânicas presentes em partes da árvore sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) em plantio comercial de 5 anos. **Revista Agroecossistemas**, v. 9, n. 2, p. 263, 2018.
- BERNARDES, T. F.; RÊGO, A. C. Study on the practices of silage production and utilization on Brazilian dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 3, p. 1852–1861, mar. 2014.
- BUENO, A. V. I. et al. Ensiling total mixed ration for ruminants: A Review. **Agronomy**, v. 10, n. 6, p. 879, 2020.
- CARVALHO, C. B. DE M. et al. Nutritive value of *Urochloa decumbens* Stapf R. D. Webster and *Mimosa caesalpinifolia* Benth. and performance of cattle in monoculture and silvopastoral systems, in the Agreste region of Pernambuco. **Tropical Animal Health and Production**, v. 54, n. 4, p. 246, 2022.
- CARVALHO, C. B. DE M. et al. Initial growth and survival of *Eucalyptus* spp. and *Mimosa caesalpinifolia* Benth. in silvopastoral systems and their impact on herbage accumulation of *Urochloa decumbens* Stapf R. D. Webster. **Agroforestry Systems**, v. 96, n. 7, p. 1053–1064, 2022.
- CHAVES, C. S. et al. Valor nutritivo e cinética de degradação in vitro de genótipos de capim-elefante (*Penisetum purpureum* Schumach) sob dois intervalos de desfolhação e duas alturas de resíduo pós-pastejo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, n. 5, p. 1351–1359, 2016.
- COSTA, E. R. et al. Adding corn meal into mixed elephant grass–butterfly pea legume silages improves nutritive value and dry matter recovery. **The Journal of Agricultural Science**, v. 160, n. 3–4, p. 185–193, 2022.
- COSTA, S. B. DE M. et al. Livestock performance in warm-climate silvopastures using tree legumes. **Agronomy Journal**, v. 108, n. 5, p. 2026–2035, 2016.
- COSTA, S. B. DE M. et al. Proportion and digestibility of tree legumes in diets of grazing cattle in a tropical silvopastoral system. **Livestock Science**, v. 252, p. 104689, 2021.
- CUNHA, M. V. et al. Adaptabilidade e estabilidade da produção de forragem por meio de diferentes metodologias na seleção de clones de *Pennisetum* spp. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, v. 8, n. 4, p. 681–686, 2013.

- CUOMO, G. J. et al. Plant morphology and forage nutritive value of three bahia grasses as affected by harvest frequency. **Agronomy Journal**, v. 88, n. 1, p. 85–89, 1996.
- 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 jun. 2019.
- DOURADO, D. L. et al. Canopy structure and forage nutritive value of elephant grass subjected to different stocking rate and N fertilization in the “Mata Seca” ecoregion of Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 48, 2019.
- FERREIRA, E. A. et al. Cutting ages of elephant grass for chopped hay production. **Pesquisa Agropecuaria Tropical**, v. 48, n. 3, p. 245–253, 2018.
- FIGUEIREDO, M. R. P. DE et al. Elephant grass silage with addition of regional by-products. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 44, p. e56616, 1 jul. 2022.
- FREITAS, E. V. DE et al. Capim-Elefante IRI-381 (*Pennisetum purpureum* Schum). In: IPA. (Org.). **Cultivares recomendadas pelo IPA para a Zona da Mata de Pernambuco**. 1. ed. Recife, p. 81–82. 2009.
- GEREN, H.; KAVUT, Y.; UNLU, H. Effect of different cutting intervals on the forage yield and some silage quality characteristics of giant king grass (*Pennisetum hybridum*) under mediterranean climatic conditions. **Turkish Journal Of Field Crops**, p. 1–8, 15 2020.
- GRAVINA, L. M. et al. Multivariate analysis in the selection of elephant grass genotypes for biomass production. **Renewable Energy**, v. 160, p. 1265–1268, 2020.
- GUSMÃO, J. O. et al. Total mixed ration silage containing elephant grass for small-scale dairy farms. **Grass and Forage Science**, v. 73, n. 3, p. 717–726, 2018.
- JAIME, A.; ROSEMBERG, M.; ECHEVARRÍA, M. Effect of age and season on the yield and nutritive value of Morado elephant grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum americanum*) in the central coast. **Scientia Agropecuaria**, v. 10, n. 1, p. 137–141, 2019.
- LEMOS, M. F. et al. Grass size and butterfly pea inclusion modify the nutritional value of elephant grass silage. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 56, p. 1–10, 2021.
- LIMA, I. C. A. R. et al. Avaliação de sabiazeiro (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) quanto a acúleos e preferência por bovinos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, n. 3, p. 289–294, 2008.
- LIRA, M. DE A. et al. Híbrido Hexaploide (*Pennisetum purpureum* Schum x *Pennisetum glaucum* (L) R. Br). Em: IPA (Ed.). **Cultivares recomendadas pelo IPA para a Zona da Mata de Pernambuco**. 1. ed. Recife, p. 83–84, 2009.
- LOPES, F. C. F. et al. Chemical composition and fatty acid profile of a seed propagated elephant grass genotype, ensiled at different regrowth ages. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 43, n. 5, p. 2003–2030, 2022.
- MARTINS-COSTA, R. H. DE A. et al. Valor nutritivo do capim-elefante obtido em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 3, 2008.
- MUCK, R. E. et al. Silage review: Recent advances and future uses of silage additives. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 5, p. 3980–4000, maio 2018.

- MUKTAR, M. S. et al. Analysis of global Napier grass (*Cenchrus purpureus*) collections reveals high genetic diversity among genotypes with some redundancy between collections. **Scientific Reports**, v. 13, n. 1, p. 1 - 16, 2023.
- PEREIRA, A. V. et al. Elephant grass, a tropical grass for cutting and grazing. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 16, n. 2, p. 1–13, 2021.
- PEREIRA, T. P. et al. Characterization and biological activity of condensed tannins from tropical forage legumes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, n. 9, p. 1070–1077, 2018.
- PEREIRA, A. V. et al. Variação da qualidade de folhas em cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) e híbridos de capim-elefante vs. milho (*P. Purpureum* X *P. Glaucun*), em função da idade da planta. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 24, n. 2, p. 490–499, 2000.
- PINTO, J. C.; GOMIDE, J. A.; MAESTRI, M. Produção de matéria seca e relação folha/caule de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 23, n. 3, p. 313–326, 1994.
- RIBEIRO, K. G.; GOMIDE, J. A.; PACIULLO, D. S. C. Adubação nitrogenada do capim-elefante cv. Mott: 2. valor nutritivo ao atingir 80 e 120 cm de altura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 6, p. 1194–1202, 1999.
- ROSSI, D. A. et al. Research Article Diversity among elephant grass genotypes using Bayesian multi-trait model. **Genetics and Molecular Research**, v. 16, n. 3, 2017.
- SANCHÊS, S. S. C. et al. Anatomical characterization of elephant grass under different defoliation frequencies and levels of insertion on the tiller. **Biological Rhythm Research**, v. 52, n. 1, p. 22–23, 2019.
- SÂNCHEZ, S. S. C. et al. Light interception, chemical, and productive characteristics of elephant grass subjected to different cutting intervals. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 5, p. 2351 - 2362, 2019.
- SEPPÄLÄ, A. et al. Effects of additives on the fermentation and aerobic stability of grass silages and total mixed rations. **Grass and Forage Science**, v. 71, n. 3, p. 458–471, 2016.
- SILVA, A. L. C. DA et al. Variabilidade e herdabilidade de caracteres morfológicos em clones de capim-elefante na Zona da Mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 10, p. 2132–2140, 2010.
- SILVA, I. A. G. DA et al. Tree legume enhances livestock performance in a silvopasture system. **Agronomy Journal**, v. 113, n. 1, p. 358–369, 2021.
- SILVA, J. K. B. DA et al. Dwarf versus tall elephant grass in sheep feed: which one is the most recommended for cut-and-carry? **Tropical Animal Health and Production**, v. 53, n. 1, p. 93, 2021.
- SILVA, P. H. F. DA et al. Tall and short-sized elephant grass genotypes: morphophysiological aspects cut-and-carry, and grazing management. **Ciência Rural**, v. 51, n. 9, 2021.

- SILVA, P. H. F. DA et al. Agronomic responses and herbage nutritive value of elephant grass (*Cenchrus purpureus*) genotypes grown as monocrops and mixed with butterfly pea (*Clitoria ternatea*). **Crop and Pasture Science**, v. 74, p.1210-1222, 2023.
- SILVA, S. H. B. DA et al. Uso de descritores morfológicos e herdabilidade de caracteres em clones de capim-elefante de porte baixo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 8, p. 1451–1459, 2009.
- SILVA, I. A. G. et al. Tree canopy management affects dynamics of herbaceous vegetation and soil moisture in silvopasture systems using arboreal legumes. **Agronomy**, v. 11, n. 8, p. 1509, 2021.
- SILVA, P. H. F. et al. Radiation use efficiency and canopy structure of contrasting elephant grass varieties grown as monocrops and intercrops with butterfly pea. **The Journal of Agricultural Science**, v. 161, n. 1, p. 88–96, 2023.
- SOARES, L. F. P. et al. Dwarf and tall elephant grass silages: intake, nutrient digestibility, nitrogen balance, ruminal fermentation, and ingestive behavior in sheep. **Tropical Animal Health and Production**, v. 55, n. 2, p. 93, 2023.
- SOLLENBERGER, L. E. et al. Registration of ‘Mott’ dwarf elephant grass. **Crop Science**, v. 29, n. 3, p. 827–828, 1989.
- SOUZA, A. G. DE et al. Estimating elephant-grass adaptability and stability for energy-biomass production by regression models. **Journal of Agricultural Science**, v. 13, n. 3, p. 68, 2021.
- VIANA, B. L. et al. Adaptability and stability analysis for selection of elephant grass clones under grazing. **Crop Science**, v. 55, n. 2, p. 950–957, 2015.
- VIANA, B. L. et al. Morphological characteristics and proportion of leaf blade tissues of elephant grass clones under sheep grazing. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, n. 11, p. 1268–1275, 2018.
- VIDAL, A. K. F. et al. Production potential and chemical composition of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum.) at different ages for energy purposes. **African Journal of Biotechnology**, v. 16, n. 25, p. 1428–1433, 2017.
- VIDAL, A. K. F. et al. Research article estimate of genetic diversity in germplasm of elephant grass accessions in brazil using the gower algorithm. **Genetics and Molecular Research**, v. 20, n. 4, 2021.
- VIEIRA, E. DE L. et al. Composição química de forrageiras e seletividade de bovinos em bosque-de-sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) nos períodos chuvoso e seco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1505–1511, 2005.
- WILLIAMS, M. J.; HANNA, W. W. Performance and nutritive quality of dwarf and semi-dwarf elephant grass genotypes in the south-eastern USA. **Tropical Grasslands**, v. 29, p. 122–122, 1995.
- YAN, Q. et al. Integrated analyses of phenotype, phytohormone, and transcriptome to elucidate the mechanism governing internode elongation in two contrasting elephant grass (*Cenchrus purpureus*) cultivars. **Industrial Crops and Products**, v. 170, p. 113693, 2021.

CAPÍTULO I

PORTE DA PLANTA E FREQUÊNCIA DE CORTE MODIFICAM

CARACTERÍSTICAS DA SILAGEM DE CAPIM-ELEFANTE [*Cenchrus purpureus*

(Schumach.) Morrone]

Resumo

O capim-elefante [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone] é uma das gramíneas tropicais mais usadas para produção de silagem, principalmente devido a sua alta produtividade. Compreender os efeitos de genótipos com portes distintos e o do manejo de corte pode auxiliar na ensilagem desta gramínea. O objetivo deste trabalho foi analisar as características fermentativas e valor nutritivo da silagem de genótipos de capim-elefante com portes de planta diferentes (IRI 381 e Elefante B, de portes alto, e Taiwan A-146 2.37 e Mott, de portes baixo), submetidos a frequências de corte (60 e 90 dias). O experimento foi realizado em região de clima tropical (Garanhuns, Pernambuco, Brasil). Os tratamentos foram distribuídos em delineamento de blocos ao acaso, com esquema fatorial 4×2, e quatro repetições. Observou-se que o coeficiente de fermentação melhora na silagem dos genótipos de porte alto quando manejados com frequência de corte de 90 dias, com perdas por efluentes menores ($4,72 \text{ g kg}^{-1}$) na ensilagem do IRI-381, nesta mesma frequência. Quanto ao pH da silagem, apenas no Mott foi menor na frequência de corte de 90 dias (4,11). O teor de MS e de PB nas silagens do Mott não é alterada quando a frequência de corte diminui, mas nas demais silagens ocorre aumento no teor de MS e diminuição no teor de PB à medida que o intervalo entre cortes aumenta. As diferenças entre genótipos quanto ao teor de MS e FDN das silagens só ocorrem quando são manejados com frequência de corte de 90 dias e, nesta frequência o Mott apresenta menor teor de MS e FDN que os demais ($172,15 \text{ g kg}^{-1}$ e $573,04 \text{ g kg}^{-1}$). O teor de FDN aumenta apenas nas silagens do Elefante B quando manejado com frequência de corte de 90 dias ($667,90 \text{ g kg}^{-1}$). Os teores de MO e de MM não são alterados pela frequência de corte, mas os genótipos de porte baixo possuem maiores concentrações destes componentes nutricionais. A fração A da proteína é maior no IRI-381 ($65,23 \text{ g kg}^{-1}$) comparado ao Mott ($40,12 \text{ g kg}^{-1}$), enquanto a fração B3 é maior no Taiwan (14,87 % da PB) comparado aos genótipos de porte alto (10,02 e 8,10 % da PB), e maior nas silagens produzidas a partir do capim-elefante manejado com frequência de corte de 60 dias. A digestibilidade diminui (de 685,05 a $615,56 \text{ g.kg}^{-1}$) quando a frequência de corte também diminui. A silagem do Elefante B apresentou menor estabilidade aeróbia, independente da frequência de corte, enquanto a mais estável foi a do Mott. A silagem do IRI-381 apresenta melhores características fermentativas na frequência de corte de 90 dias. Recomenda-se cortar o capim-elefante a cada 60 dias para obter silagem com maior valor nutritivo em comparação ao corte com 90 dias. Contudo, na frequência de corte de 90 dias, a silagem do Mott possui melhor composição química.

Palavras-chave: digestibilidade, fracionamento da proteína, IRI-381, Mott, perdas por efluentes

Abstract:

Elephant grass [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone] is one of the most widely used tropical grasses for silage production, primarily due to its high productivity. Understanding the effects of different plant sizes and cutting management can assist in the ensiling process of this grass. The aim of this study was to analyze the fermentative characteristics and nutritional value of elephant grass silage from different plant size genotypes (IRI 381 and Elephant B, tall varieties, and Taiwan A-146 2.37 and Mott, short varieties), subjected to cutting frequencies (60 and 90 days). The experiment took place in a tropical climate region (Garanhuns, Pernambuco, Brazil). Treatments were distributed in a randomized block design, with a 4×2 factorial scheme and four replications. It was observed that the fermentation coefficient improves in the silage of tall genotype grasses when managed with a 90-day cutting frequency. However, effluent losses were lower (4.72 g kg⁻¹) in IRI-381 silage at this frequency. Concerning silage pH, only in Mott was it lower at the 90-day cutting frequency (4.11). The DM and CP content in Mott silages remained unchanged when the cutting frequency decreased, but other silages showed an increase in DM content and a decrease in CP content as the interval between cuts increased. Differences between genotypes regarding DM and NDF content in silages only occurred when managed with a 90-day cutting frequency, where Mott presented lower DM and NDF content than others (172.15 g kg⁻¹ and 573.04 g kg⁻¹). The NDF content increased only in Elephant B silages when managed with a 90-day cutting frequency (667.90 g kg⁻¹). The OM and MM content were not altered by the cutting frequency, but the short genotype grasses had higher concentrations of these nutritional components. Protein fraction A was higher in IRI-381 (65.23 g kg⁻¹) compared to Mott (40.12 g kg⁻¹), while fraction B3 was higher in Taiwan (14.87% of CP) compared to tall genotype grasses (10.02% and 8.10% of CP), and higher in silages produced from elephant grass managed with a 60-day cutting frequency. Digestibility decreases (685.05 to 615.56 g.kg⁻¹) as the cutting frequency decreases. Elephant B silage showed lower aerobic stability, regardless of the cutting frequency, while the most stable was that Mott silage. IRI-381 silage presented better fermentative characteristics at the 90-day cutting frequency. It is recommended to cut elephant grass every 60 days to obtain silage with higher nutritional value compared to cutting it every 90 days. However, at the 90-day cutting frequency, Mott silage has a better chemical composition.

Keywords: Digestibility, protein fractionation, IRI-381, Mott, effluent losses.

1 INTRODUÇÃO

O capim-elefante [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone] é considerado uma das forrageiras tropicais mais importantes do mundo devido a sua fácil adaptação, alto potencial de produção de biomassa e boa aceitabilidade pelos animais (COSTA et al., 2020). Os genótipos de capim-elefante apresentam grande variação morfológica, influenciando o valor nutritivo da forragem (PEIXOTO et al., 2022). Além disso, o manejo de colheita tem impacto significativo nas características estruturais da planta (ALENCAR et al., 2023), as quais podem também impactar o valor nutritivo da forragem.

Neste sentido, o manejo da idade de colheita pode ter interação significativa com genótipos de capim-elefante, o que indica que a resposta dos genótipos pode não ser a mesma em colheitas sucessivas (VIDAL et al., 2017). A frequência de corte é fator determinante para produção e qualidade da forragem produzida. O aumento do intervalo entre os cortes proporciona, de forma geral, redução dos teores de proteína, da matéria mineral e digestibilidade da forragem e aumenta os teores da fibra (MARTINS-COSTA et al., 2008; FERREIRA et al., 2018;).

Segundo Peixoto et al. (2022), genótipos de capim-elefante de porte alto apresentam tecidos mais lignificados nos caules do que os de porte baixo. Sendo assim, ajustes na frequência de corte devem ser feitos a fim de se obter forragem com valor nutritivo, consistente a exigência para ruminantes (SOUZA et al., 2021).

O capim-elefante pode ser utilizado de diferentes formas, para corte, pastejo, fenação e ensilagem (SCHNAIDER et al., 2014; LEMOS et al., 2021; SILVA et al., 2021; SOARES et al., 2023). Para produção de silagem, Lemos et al. (2021) afirmam que os genótipos de porte baixo (Mott e Taiwan A-146 2,37) aumentam o valor nutricional da silagem comparados aos de porte alto (IRI 381 e Elefante B).

A silagem de capim-elefante apresenta baixos teores de matéria seca e carboidratos solúveis que pode influenciar o processo fermentativo, como perda de matéria seca e energia devido a ação de microrganismos oportunistas (ANDRADE et al., 2012). Além disso, Soares et al. (2023) relatam a necessidade de entender o potencial do uso dessas silagens com porte alto ou baixo.

É importante buscar o maior equilíbrio entre a produção de forragem e digestibilidade da silagem em genótipos de capim-elefante (ALVES et al., 2016). Para o armazenamento de espécies forrageiras, fatores como a relação folha/colmo constitui importante característica na avaliação da qualidade, uma vez que maior proporção de folhas pode evidenciar material de melhor digestibilidade. Os genótipos de porte baixo apresentam alta relação folha/colmo comparado aos de portes alto (SILVA et al., 2023b), por isso é importante entender como a frequência de corte poderá influenciar no valor nutritivo destes genótipos, considerando as mudanças na morfologia destas plantas quando submetidas à distintos intervalos de corte.

Sendo assim, a hipótese deste trabalho é que genótipos de capim-elefante de porte alto, manejados com menor frequência de corte, apresentarão melhor fermentação, enquanto genótipos de porte baixo, em frequências de corte maiores, produzirão silagens com valor nutritivo superior. Portanto, o presente estudo tem como objetivo analisar as características fermentativas e valor nutritivo da silagem de genótipos de capim-elefante com portes de planta distintos, submetidos a frequências de corte diferentes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização da área experimental e tratamentos

O experimento foi realizado na Fazenda Didática da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Antônio de Pádua Maranhão Fernandes, no município de Garanhuns, região Agreste de Pernambuco, situada a 80° 53' 25" de latitude Sul e 36° 29' 34" de longitude WG. O clima predominante, segundo Alvares et al. (2013), é o tropical Aw', de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger. A temperatura média anual varia entre 20,1 e 22,0 °C, com precipitação histórica anual (média de 53 anos) de 866 mm (BARBOSA et al., 2016).

Os tratamentos foram distribuídos em delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial 4×2 (quatro genótipos de capim-elefante x duas frequências de corte), com quatro repetições (silos experimentais). Os genótipos avaliados foram: IRI 381 e Elefante B, de portes alto, e Taiwan A-146 2.37 e Mott, de portes baixo. No campo, os genótipos foram estabelecidos em 2016, em uma área total de 1.820 m² (91 m x 20 m), onde cada parcela (frequências de corte) foi constituída de 546 m² (91 m x 6 m), com 32 subparcelas (genótipos), e dimensões de 24 m² (4 m x 6 m), com área útil de 15 m² (3 m x 5 m).

Durante todo o período experimental, as parcelas receberam adubação com o equivalente a 100 kg N ha⁻¹, 80 kg de K₂O ha⁻¹ após cada corte, e 120 kg de P₂O₅ há⁻¹ ano⁻¹ de acordo com análise de solo, e foram irrigadas durante todo período. A aplicação de água via irrigação foi realizada por meio de um sistema de gotejamento, manejada com turno de rega variável, com base no método de Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998). Os dados meteorológicos para a realização do cálculo da irrigação foram obtidos através da Estação Meteorológica do INMET localizada nas dependências da Universidade Federal do Agreste (UFAPE). A irrigação nas parcelas experimentais foi realizada de acordo com a

evapotranspiração diária da cultura, com a reposição de 100% da evapotranspiração da cultura tanto no período chuvoso quanto no período seco.

2.2. Confeção dos silos e silagem

A ensilagem foi realizada no mês de setembro de 2020. Todas as plantas da área útil das parcelas foram cortadas ao nível do solo e em seguida foram picadas, com tamanho de partícula de 2,0 a 3,0 cm, numa máquina forrageira estacionária, e compactada em silos experimentais, representados por baldes de polipropileno (33 cm de diâmetro e 29 cm de altura), até atingir uma densidade média de 600 kg m^{-3} , com base na matéria fresca. No fundo de cada silo foram adicionados 4,6 kg de areia lavada, sendo mantida separada da silagem por um tecido para absorção e quantificação dos efluentes. Os silos foram lacrados com tampas equipadas com válvulas de escape de gás do tipo *Bunsen* (SCHEFFER DE ROJAS, 1976) e permaneceram fechados por 60 dias em área coberta, sob temperatura ambiente.

2.3. Avaliações de perdas da silagem

A recuperação de matéria seca (RMS), perda por gases (G) e produção de efluentes (PE) foram estimadas com base nas diferenças gravimétricas, utilizando as equações propostas por SCHMIDT (2006). A RMS, em kg, foi calculada por:

$$RMS = \left(\frac{MF_{ab} * MS_{ab}}{MF_{fe} * MS_{fe}} \right) * 100$$

Onde:

MF_{ab} é a massa de forragem na abertura (kg);

MS_{ab} é o teor de MS na abertura (kg);

MF_{fe} é a massa de forragem no fechamento (kg) e

MS_{fe} é o teor de MS da forragem no fechamento (kg).

Para as perdas por gases (G), em porcentagem da MS, foi utilizada a seguinte equação:

$$G = \left\{ \frac{[(PEen - Pen) * MSen] - [(PCab - Pen) * MSab]}{[(PCen - Pen) * Msen]} \right\} * 100$$

Onde:

PCen é peso do silo cheio na ensilagem (kg);

Pen é o peso do conjunto (balde + tampa + areia seca + saco) na ensilagem (kg);

MSen é o teor de matéria seca da forragem na ensilagem (%MS);

PCab é o peso do balde cheio na abertura (kg) e

MSab é o teor de matéria seca da forragem na abertura (%MS).

Para a determinação da produção de efluentes (PE), em kg t de massa verde⁻¹, utilizou-se a seguinte equação:

$$PE = \left(\frac{Pab - Pen}{MVfe} \right) * 100$$

Onde:

Pab é o peso do conjunto vazio (balde + tampa + areia úmida + saco) na abertura (kg); Pen é o peso do conjunto vazio (balde + tampa + areia seca + saco) na ensilagem (kg) e MVfe é a Massa verde de forragem ensilada (kg).

2.4. Análises química-bromatológicas e digestibilidade *in vitro* da forragem e das silagens

Amostras de forragem (Tabela 1) e das silagens foram analisadas quanto os teores de matéria seca, proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), cinzas (MM) (AOAC, 1990). Os componentes da parede celular, fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (FDNcp), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), celulose e hemicelulose, foram

determinados pelo método de Van Soest (1994), e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) por Detmann et al. (2021). Apenas para silagens, o pH foi avaliado de acordo com SILVA; QUEIROZ (2002). O Nitrogênio amoniacal (NH₃-N) foi avaliado pelo método descrito por Mizubuti et al. (2009) e os carboidratos solúveis em água (CSA), segundo metodologia de Yemm & Willis (1954), modificada por Bezerra Neto; Barreto (2011).

Tabela 1. Análises química-bromatológicas de genótipos de capim-elefante [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone] na frequência de corte de 60 e 90 dias, antes da ensilagem.

Variáveis	Genótipo							
	Elefante B		IRI-381		Mott		Taiwan A-146 2.37	
	60	90	60	90	60	90	60	90
MS (g kg ⁻¹ MN)	152,9	208,8	164,7	214,4	144,5	163,2	151,3	173,5
MM (g kg ⁻¹ MS)	223,15	226,92	197,46	189,97	486,70	302,35	274,33	274,34
MO (g kg ⁻¹ MS)	776,84	773,07	802,53	812,03	513,30	697,64	725,67	725,66
FDN (g kg ⁻¹ MS)	638,9	607,8	626,7	696,8	702,4	614,5	609,6	653,8
FDA (g kg ⁻¹ MS)	350,1	391,6	411,1	443,1	444,7	397,5	399,2	412,3
PB (g kg ⁻¹ MS)	179,7	147,2	174,3	135,0	173,9	155,8	177,3	149,2
EE (g kg ⁻¹ MS)	47,4	24,1	26,3	26,0	27,1	22,5	33,0	29,9
Lignina (g kg ⁻¹ MS)	74,6	59,9	85,3	105,4	117,7	81,6	116,7	71,9
Hemicelulose (g kg ⁻¹ MS)	288,8	216,2	215,6	253,7	257,7	217,0	210,5	241,5
Celulose (g kg ⁻¹ MS)	275,5	331,7	325,9	337,7	327,0	315,9	282,5	340,4
CHOT (%)	74,1	79,8	78,2	82,4	77,7	80,3	77,1	80,5
CNF (%)	25,7	30,4	29,4	41,7	25,0	30,9	31,5	26,6
DIVMS (% MS)	91,0	77,3	83,0	77,2	86,8	83,2	87,1	80,7
CT (n.e.mg 100g ⁻¹)	34,8	22,9	30,3	17,9	35,0	28,6	37,5	26,5
CSA (mg g ⁻¹)	2,6	2,9	2,1	2,8	2,4	2,8	2,4	2,5

MS - matéria seca; MM - matéria mineral; MO – matéria orgânica; PB – proteína bruta; EE- extrato etéreo; FDN - fibra em detergente neutro; FDA - fibra em detergente ácido; CNF – carboidratos não fibrosos; CHOT – carboidratos totais; DIVMS - digestibilidade *in vitro* da MS; CT - capacidade tampão; CSA – carboidratos solúveis em água.

2.5. Fracionamento de carboidratos e proteínas

O fracionamento de carboidratos foi realizado segundo SNIFFEN et al. (1992), onde os carboidratos totais ($CHOt$) foram calculados considerando a seguinte equação: $CHOt = 1000 - (PB + EE + MM)$. As frações A e B1, que compreendem os carboidratos não fibrosos (CNF), de rápida fermentação ruminal, tais como os açúcares solúveis, amido e pectina, foram obtidos por: $CNF = 1000 - (PB + (FDNcp) + EE + MM)$. A fração B2 (carboidratos de lenta taxa de degradação ruminal presentes na parede celular) foi obtida através da diferença entre FDNcp e fração C. A fração C (parte fibrosa indigestível) foi obtida por: $C = FDN * 0,01 * LIG * 2,4$.

Para o fracionamento da proteína, utilizou-se metodologia descrita por LICITRA; HERNANDEZ; VAN SOEST (1996). Foram obtidos os teores de nitrogênio não proteico (NNP), correspondente a fração A, referente ao nitrogênio solúvel em ácido tricloroacético 10%, o nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e o nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA). A fração B1+B2 foi obtida através da equação: $B1 + B2 = 100 - (A + B3 + C)$, a fração B3 foi obtida pela diferença entre o NIDN e o NIDA e a fração C considerada como o NIDA.

A avaliação do coeficiente de fermentação (CF) das forragens foi realizada conforme a metodologia proposta por WEISSBACH; HONIG (1996), considerando três variáveis: concentração de carboidratos solúveis, capacidade tampão e teor de matéria seca, conforme a equação $CF = MS + 8 CS/CT$, em que MS = teor de matéria seca (%); CS ($mg\ g^{-1}$) = teor de carboidratos solúveis em água e CT ($n.e.mg\ 100g^{-1}$) = capacidade tampão.

2.6. Avaliação da estabilidade aeróbia das silagens

A estabilidade aeróbica foi realizada a partir da coleta da massa ensilada (3 kg) de cada tratamento e acondicionamento em baldes de plástico, sem compactação e manutenção em sala climatizada, com temperatura de aproximadamente $24 \pm 1,5\ ^\circ C$. As temperaturas das silagens e

do ambiente foram registradas diariamente em três horários por dia, durante quatro dias. Para registro da temperatura das silagens, foi utilizado termômetro de álcool colorido, com escala de -10 °C a 150 °C, inserido a 10 cm no centro da massa de silagem. O acompanhamento da temperatura ambiente foi realizado através de termômetros digitais alocados em pontos distintos da sala. A perda da estabilidade aeróbia foi definida como o tempo em horas para elevação da temperatura das silagens em 2 °C em relação a temperatura do ambiente (KUNG et al., 2018).

2.7. Análise estatística

Os dados foram submetidos análise de variância e suas pressuposições por meio do PROC MIXED do SAS® On Demand for Academics. Os dados referentes aos tratamentos (frequências de corte e genótipos) e suas interações foram considerados como efeitos fixos e os blocos como efeito aleatório. As médias foram comparadas usando o procedimento PDIFF ajustado para o teste de Tukey. O nível de significância adotado foi 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS

Não foram observadas diferenças entre genótipos e frequência de corte para as variáveis recuperação de matéria seca, perda por gases e nitrogênio amoniacal (N-NH₃), com médias de 89,81% da MS, 11,54 % da MS e 19,08% do N total, respectivamente.

Foi observado efeito significativo da interação genótipo x frequência de corte para perdas por efluentes, pH e coeficiente de fermentação (CF) (Tabela 2). O CF não diferiu em relação as frequências de corte, mas na frequência de corte de 90 dias os genótipos de porte alto apresentaram maior CF.

O genótipo IRI-381 apresentou menores perdas por efluente na frequência de 90 dias, quando comparado aos demais genótipos na mesma frequência. Quanto ao pH, apenas a silagem do genótipo Mott, apresentou maior média na menor frequência de corte (90 dias).

Tabela 2. Coeficiente de fermentação (CF), produção de efluentes e pH de silagem de genótipos de capim-elefante [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone] em diferentes frequências de corte.

Genótipos	CF		Produção de efluentes (g t de massa verde ⁻¹)		pH	
	Frequências de corte (dias)					
	60	90	60	90	60	90
Elefante B	15,89aB	21,92aA	6,32 aB	8,76 aA	4,23 aA	3,76 aA
IRI-381	17,02aB	22,68aA	7,18 aA	4,72 bB	4,05 aA	3,99 aA
Mott	15,03aA	17,10aA	8,45 aA	7,11 aA	5,02 aA	4,11 aB
Taiwan A-146 2.37	15,66aA	18,11aA	7,45 aA	7,74 aA	4,41 aA	4,29 aA
EPM	4,27		0,77		0,34	

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas entre frequência e minúscula entre genótipos, não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. EPM: Erro padrão da média.

Houve efeito significativo da interação genótipos x frequência de corte sobre os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e matéria mineral (MM) (Tabela 3). Os teores de MS foram maiores na frequência de corte de 90 dias, independente dos genótipos. Na maior frequência de corte, os teores de MS não diferiram entre os genótipos, mas em cortes com 90

dias, o Mott apresentou silagens com menor teor de MS, comparado ao IRI-381 e Taiwan (Tabela 3).

Tabela 3. Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) matéria mineral (MM) de silagem de genótipos de capim-elefante [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone] sob diferentes frequências de corte.

Genótipos	MS (g kg ⁻¹ MS)		MO (g kg ⁻¹ MS)		MM (g kg ⁻¹ MS)	
	Frequências de corte (dias)					
	60	90	60	90	60	90
Elefante B	181,64 aB	206,44 abA	953,27abA	946,99 bA	46,79 abA	53,00 aA
IRI-381	193,60 aB	237,43 aA	950,32 bA	946,73 bA	49,67 aA	53,26 aA
Mott	172,15 aA	175,62 bA	970,92 aA	972,02 aA	29,07 bA	27,97 bA
Taiwan A-146 2.37	174,12 aB	211,02 aA	972,96 aA	966,87 aA	27,03 bA	33,12 bA
EPM	12,11		7,57		7,57	

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas entre frequência e minúscula entre genótipos, não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. EPM: Erro padrão da média.

Os genótipos Elefante B e IRI-381 apresentaram silagem com menor concentração de MO e maior de MM na frequência de corte de 90 dias, enquanto os genótipos de porte baixo Mott e Taiwan A-146.37 não apresentaram diferença na concentração de MO e MM em relação as duas frequências de corte.

A interação genótipos x frequência de corte influenciou significativamente os teores de PB e FDN das silagens de capim-elefante. A concentração de PB não diferiu entre os genótipos dentro das frequências de corte (Tabela 4). Contudo, com menor frequência de corte houve redução da concentração de PB, exceto para o genótipo de porte baixo Mott. Ademais, o Mott apresentou menor concentração de FDN na frequência de 90 dias. O genótipo de porte alto Elefante B apresentou maior FDN com o aumento da idade de corte. Para fibra em detergente ácido (FDA), celulose, hemicelulose e lignina não houve efeito significativo dos tratamentos estudados, com médias de 436,76 g kg⁻¹ MS, 340,57 g kg⁻¹ MS, 192,78 g kg⁻¹ MS e 96,18 g kg⁻¹ MS, respectivamente.

Tabela 4. Teores de proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) da silagem de genótipos de capim elefante [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone] em diferentes frequências de corte.

Genótipo	PB (g kg ⁻¹ MS)		FDN (g kg ⁻¹ MS)	
	Frequências de corte (dias)			
	60	90	60	90
Elefante B	169,58 aA	112,95 aB	624,19 aB	667,90 aA
IRI-381	151,93 aA	113,56 aB	651,82 aA	683,16 aA
Mott	130,11 aA	132,17 aA	594,12 aA	573,04 bA
Taiwan A-146 2.37	168,16 aA	120,86 aB	605,09 aA	633,12 aA
EPM	14,78		13,86	

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas entre frequência e minúscula entre genótipos, não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. EPM: Erro padrão da média.

Para o fracionamento de proteína (Tabela 5), houve efeito significativo dos genótipos sobre as frações A e B3 das silagens. Os genótipos IRI-381 e Elefante B apresentaram maiores concentrações da fração A, que representa o nitrogênio não proteico (NNP), e menores da fração B3, o que indica que as silagens destes genótipos apresentam alta concentração de proteína que pode ser aproveitada pelos ruminantes. As silagens dos genótipos de porte baixo e da menor frequência de corte tiveram menores concentrações da fração B3.

Tabela 5. Fracionamento de proteína (% da PB) e teores de carboidratos totais (CHOt) e suas frações em silagem de genótipos de capim-elefante [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone] sob diferentes frequências de corte.

	Genótipos				Frequência de corte (dias)			
	Elefante B	IRI-381	Mott	Taiwan A-146 2.37	EPM	60	90	EPM
	Frações de PB (% da PB)							
A	55,94ab	65,23a	40,12b	51,13ab	8,69	52,74	53,47	7,24
B1+B2	29,76	21,72	43,94	29,02	8,9	28,81	33,41	5,6
B3	10,02b	8,10b	11,06ab	14,87a	12,54	12,97a	9,05b	1,18
C	4,27	4,95	4,86	5,08	0,58	5,52	4,05	0,59

Médias seguidas de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. EPM: Erro padrão da média.

Não foi observado efeito significativo sobre os teores de CHOt e suas frações, com médias de 78,57%; 28,23%; 37,70% e 12,64%, para CHOt, fração A+B1, B2 e C, respectivamente.

Não foi observado efeito significativo dos genótipos para digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) das silagens, entretanto, houve efeito significativo da frequência de corte, onde as silagens produzidas com plantas cortadas a cada 90 dias apresentaram menor DIVMS (Figura 1).

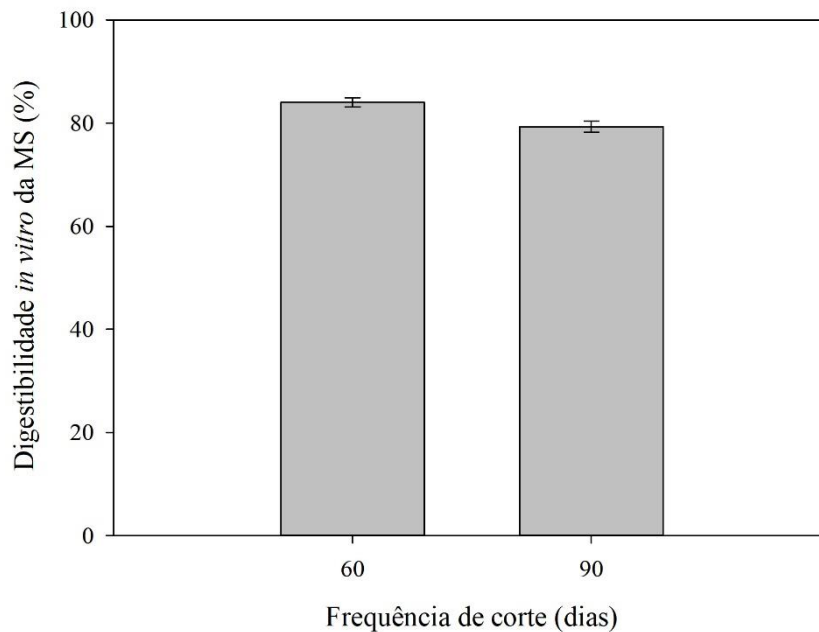


Figura 1. Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) de silagem de genótipos de capim-elefante [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone] sob diferentes frequências de corte. Médias representadas por barras com letras maiúsculas diferentes acima diferem pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Na avaliação da estabilidade aeróbica (Figura 2), foi observado que as silagens do genótipo Elefante apresentaram menor estabilidade, notadamente na frequência de 90 dias, onde atingiram em média 31,5°C, após 24 horas. As silagens do genótipo Mott apresentaram maior estabilidade, notadamente na frequência de 60 dias. De maneira geral, as silagens que foram feitas com as plantas manejadas com corte a cada 90 dias apresentaram menor estabilidade. A temperatura ambiente foi de $24 \pm 1^\circ\text{C}$.

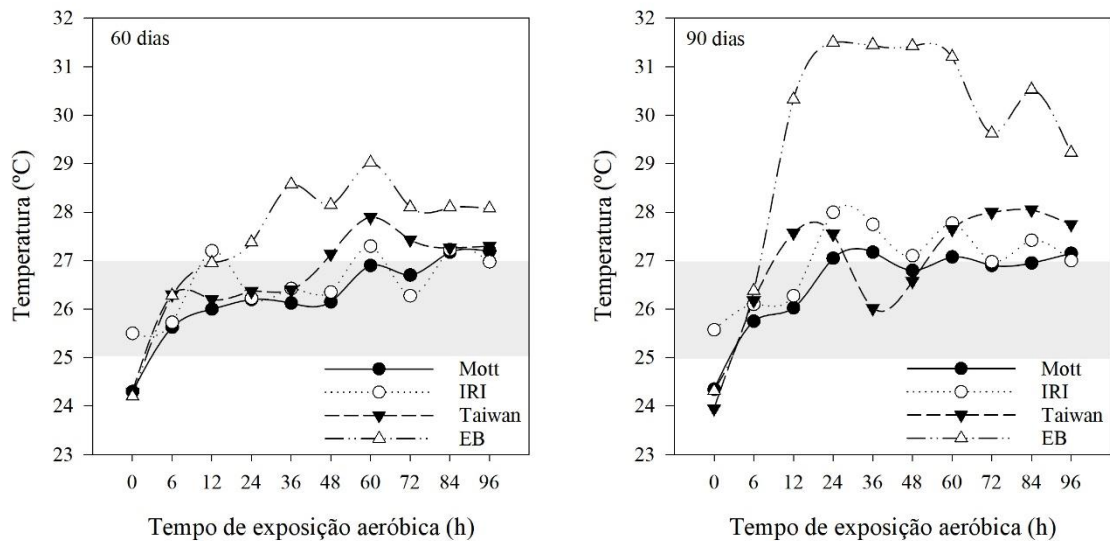


Figura 2. Variação de temperatura de silagem de genótipos de capim-elefante [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone] em diferentes frequências de corte. A faixa cinza nos gráficos representa a média e o desvio padrão da temperatura ambiente ($24 \pm 1^\circ\text{C}$), acrescido de 2°C , que seria o nível para quebra da estabilidade aeróbia.

4 DISCUSSÃO

As perdas por gases e recuperação da matéria seca são influenciadas pela densidade e o teor de matéria seca que são variáveis que determinam a porosidade da silagem, a qual estabelece a taxa de aeração e, posteriormente, influencia no grau de deterioração na armazenagem e na abertura (JOBIM et al., 2007). Nesse estudo, a baixa concentração de MS, abaixo de 30% das forragens ensiladas, permitiu maior uniformidade na compactação e não influenciaram na perda por gases e a recuperação de matéria seca.

Para nitrogênio amoniacal, o valor médio foi de 19,08% (190 g.kg^{-1}). Esse valor pode ser indicador de reduzido consumo de carboidratos solúveis no processo de fermentação (MACÊDO et al., 2017). Segundo Musco et al. (2016), os teores de N-NH_3 , em relação ao N total resultantes de fermentações adequadas, devem ficar abaixo de 100 g.kg^{-1} . De maneira geral, valores acima de 120 g.kg^{-1} N total são indicativos de acentuada proteólise, pois o N-NH_3 é proveniente da degradação da fração proteica (proteína verdadeira, peptídeos, aminoácidos,

aminas e amidas) pela ação de microrganismos indesejáveis (MUSCO et al., 2016; FURTADO et al., 2019;).

Valores elevados de pH (> 5) indicam que possivelmente houve atividade de microrganismos responsáveis pela fermentação secundária. Embora o genótipo Mott tenha apresentado maior valor de pH na menor frequência de corte, este valor ainda está dentro do aceitável, que pode estar relacionado com a baixa concentração de MS. A variação de pH depende do material vegetal a ser ensilado, com variação entre 5 e 6, que deverá reduzir após o início dos processos fermentativos e produção dos ácidos na massa de forragem ensilada (MCDONALD; HENDERSON; HERON, 1991).

As perdas por efluentes nas silagens do genótipo Elefante B na maior frequência de corte podem estar relacionadas com a baixa variação da MS (181,64 g. kg⁻¹ aos 60 dias e 206,44 g. kg⁻¹ aos 90 dias), assim como foi identificado por Lemos et al. (2021), trabalhando com silagem dos mesmos genótipos. Plantas com baixos teores de MS podem ter problemas fermentativos, causando elevadas perdas por gases e efluentes, que acabam carreando vários nutrientes solúveis em água, como açúcares, proteínas, minerais e vitaminas (MACÊDO et al., 2019).

Nas menores frequências de corte espera-se um aumento da concentração de MS, contudo Araújo et al. (2020) relatam que é possível que a perda por efluentes possa ser influenciada pelas condições climáticas, sobretudo a utilização da irrigação, que favorecem o crescimento vegetativo e diminuem a concentração de MS.

O coeficiente de fermentação (CF) está relacionado diretamente com a concentração de MS e os carboidratos solúveis (CSA). Para um processo fermentativo adequado, o material deve ter um CF acima de 30 (BASSO et al., 2012). No presente estudo, os valores ficaram abaixo desse nível, possivelmente por influência dos baixos teores de MS e de CSA na MS (Tabela 1).

Na frequência de corte menor têm-se o avanço na maturidade da planta. Com a colheita mais tardia há uma maior proporção de colmo em detrimento das folhas, que resulta em menores concentrações de PB e maior MS (KUOPPALA et al., 2009). Entretanto, o maior valor de MS registrado entre os genótipos em estudo foi para o IRI-381 (214,4 g kg⁻¹MS), permanecendo abaixo do esperado para confecção de silagem, possivelmente devido a utilização da irrigação que promove maiores taxas de crescimento e acúmulo de forragem (SOUZA et al., 2021).

Para o ajuste da MS próximo a 30 %, o que é desejável para que a fermentação aconteça de maneira adequada, a utilização de aditivos pode ser uma alternativa (MACÊDO et al., 2017; SAUCEDA et al., 2023) . Além disso, o uso de aditivos contribui na redução das deficiências nutricionais, aumentando o crescimento dos microrganismos do rúmen, influenciando na fermentação microbiana com maior extração de carboidratos de forragem e aumento na produção de ácidos graxos voláteis, melhorando a eficiência de utilização da energia metabolizável proveniente da forragem (SANTOS et al., 2019).

O aumento dos teores de matéria mineral em silagens não é um fator maléfico, pois estas têm concentrações de compostos insolúveis e não fermentáveis (TOSI et al., 1999), sendo, composição mineral é um fator inerente as condições edafoclimáticas e fatores genéticos (ANDRADE et al., 2000). Sobretudo, Alencar et al. (2023) constataram que mesmo em condição de irrigação a influência de fatores sazonais é evidente.

O genótipo de porte baixo Mott tem menor altura em relação aos demais genótipos (ALENCAR et al., 2023), podendo caracterizar menor quantidade de componentes estruturais e resultando em menor FDN. Ademais, as menores concentrações de FDN da silagem do Mott (Tabela 4) pode ser explicado pelo menor alongamento dos entrenós observados nos capins de porte baixo, quando comparados àqueles de porte alto (ALENCAR et al., 2023; MUSCO et al., 2016).

Foi possível observar que, tanto para os genótipos quanto para frequência de corte obteve-se em geral, valores adequados das frações de proteína A, B1 + B2 e B3 (Tabela 5), que em um sistema de alimentação, deve ser considerado na formulação de rações. Assim, pode-se entender que o fracionamento de compostos nitrogenados nos alimentos que irão compor dietas para ruminantes permite estimar seus respectivos níveis, bem como o maior ou menor escape de nitrogênio ruminal (AHVENJÄRVI et al., 2018).

A fração A é composta de aminoácidos, peptídeos e nitrogênio não proteico, sendo de disponibilidade imediata no rúmen. A fração B3 é considerada como uma fração digestível, porém é caracterizada pela lenta degradação no rúmen, uma vez que está associada à parede celular (RIBEIRO et al., 2014).

Observou-se variação das frações proteicas dos genótipos de capim-elefante. De acordo com Ribeiro et al. (2022), o perfil das frações proteicas é variável, estando em função da cultivar, da época de corte e das condições climáticas. Além disso, Epifanio et al. (2016) explicam que forrageiras com melhores características bromatológicas contribuem com maior fração A, devido a solubilidade e facilidade de degradação ruminal.

A menor digestibilidade da silagem quando os genótipos foram submetidos a menor frequência de corte pode estar relacionada com maior participação dos componentes estruturais da planta. A digestibilidade das gramíneas é marcadamente reduzida à medida que sua fase vegetativa avança, devido ao acúmulo de fibra e lignificação da parede celular da planta, além de menores teores de PB (DESCHAMPS, 1999). A concentração de matéria orgânica digestível *in vitro* da silagem é principalmente dependente da forragem inicial no momento da colheita (WOODARD; PRINE; BATES, 1991).

Embora os genótipos tenham permanecido sob irrigação durante o período de produção, Alencar et al. (2023) trabalhando na mesma área experimental, observaram efeito da época do

ano sobre a morfologia dos genótipos sob irrigação. Além disso, Bernades et al. (2018) afirmam que o clima predominante pode exercer efeitos consideráveis na produção de MS e na qualidade das silagens e, em alguns casos, esses efeitos podem superar o efeito da maturidade na colheita no processo de ensilagem.

A temperatura da silagem após a abertura do silo pode variar dependendo do genótipo e da frequência de corte. A silagem do Elefante B, com frequência de corte de 90 dias, apresentou temperatura mais elevada após abertura do silo. Isto pode ser relevante para o armazenamento e preservação da silagem na fase de abertura do silo. Lemos et al. (2021) e Costa et al. (2022) observaram o início da quebra de estabilidade próximo a 36 horas de exposição, ressaltando que os autores utilizaram os mesmos genótipos estudados neste trabalho. As silagens de gramíneas tropicais são caracterizadas por seu alto teor de umidade e geralmente estão expostas à deterioração por microrganismos aeróbicos. Dessa forma, os açúcares solúveis podem ser rapidamente utilizados por fungos e leveduras após a abertura do silo, fenômeno que eleva a temperatura e reduz a qualidade das silagens (KUNG et al., 2018).

A escolha do genótipo e da frequência de corte do capim-elefante deve ser feita com base nos objetivos de produção da silagem. O genótipo IRI-381 parece apresentar melhores características de fermentação na frequência de 90 dias. Consequentemente, se o objetivo é maximizar a qualidade da fermentação, reduzir o desperdício e aumentar a eficiência na produção de silagem, incluindo redução do impacto ambiental, esta frequência pode ser recomendada para este genótipo.

A composição química da silagem depende do genótipo e da frequência de corte. Genótipos de porte alto tendem a apresentar maiores teores de MS e FDN quando cortados a cada 90 dias. Independentemente do genótipo, a digestibilidade da silagem diminuiu com menor frequência de corte. Neste sentido, a escolha deve ser baseada nas necessidades nutricionais do rebanho.

Estes resultados destacam a importância de considerar cuidadosamente os genótipos de capim-elefante, o porte da planta, a frequência de corte e os objetivos específicos na produção de silagem. A escolha adequada pode levar a melhorias na qualidade da silagem e na alimentação animal.

5 CONCLUSÃO

O porte da planta e a frequência de corte influenciam a qualidade da silagem de genótipos de capim-elefante. Recomenda-se cortar o capim-elefante a cada 60 dias para obter silagem com maior valor nutritivo em comparação ao corte com 90 dias. Contudo, caso a escolha seja pela frequência de corte de 90 dias, a silagem do IRI-381 (porte alto) apresenta melhores características fermentativas e a do Mott (porte baixo) possui melhor composição química.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, E. J. S. et al. Effect of harvest frequency and season on morphogenic and structural characteristics of dwarf and tall Elephantgrass genotypes. **Grass and Forage Science**, p. 1-11, 2023.
- ALLEN, R. G. et al. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: Italy, 1998. v. 15
- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- ALVES, E. B. et al. 0642 Effect of canopy height on the nutritive value of elephant grass silage. **Journal of Animal Science**, v. 94, n. 5, p. 306–307, 2016.
- 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.
- AOAC, I. K. H. **Official methods of analysis**. 15 th ed. Arlington: USA, 1990.
- BARBOSA, V. V. et al. Análise da variabilidade climática do município de Garanhuns, Pernambuco – Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 2, p. 353, 2016.
- BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L. P. **Métodos para Análise Química em Plantas**. 2. ed. Recife: UFRPE, 2011.
- COSTA, L. A. et al. Chemical composition, fermentative characteristics, and in situ ruminal degradability of elephant grass silage containing *Parkia platycephala* pod meal and urea. **Tropical Animal Health and Production**, v. 52, n. 6, p. 3481–3492, 2020.
- DETMANN, E. et al. **Métodos de Análises de Alimentos**. 2. ed. Viçosa - MG: Visconde do Rio Branco, v. 2, p. 350, 2021.
- FERREIRA, E. A. et al. Cutting ages of elephant grass for chopped hay production. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 48, n. 3, p. 245–253, 2018.
- JOBIM, C. C. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 101–119, 2007.
- KUNG, L. et al. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 5, p. 4020–4033, 2018.
- LEMOS, M. F. et al. Grass size and butterfly pea inclusion modify the nutritional value of elephant grass silage. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 56, p. 1–10, 2021.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 57, n. 4, p. 347–358, 1996.
- MARTINS-COSTA, R. H. DE A. et al. Valor nutritivo do capim-elefante obtido em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 3, 2008.

- MIZUBUTI, I. Y. et al. **Métodos laboratoriais de avaliação de alimentos para animais**. 1. ed. Londrina: Paraná, 2009, p. 228.
- PEIXOTO, T. V. F. R. et al. Histological arrangements of plant tissue of different elephant grasses as influenced by their genotypes. **African Journal of Range & Forage Science**, p. 1–10, 2022.
- SCHEFFER DE ROJAS, S. A. **Efeito de aditivos e do momento de vedação na qualidade da silagem de milho em condições de laboratório**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1976.
- SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2006.
- SCHNAIDER, M. A. et al. Intake and digestion of wethers fed with dwarf elephant grass hay with or without the inclusion of peanut hay. **Tropical Animal Health and Production**, v. 46, n. 6, p. 975–980, 2014.
- SILVA, D. J. E.; QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002, p. 235.
- SILVA, P. H. F. DA et al. Tall and short-sized elephant grass genotypes: morphophysiological aspects cut-and-carry, and grazing management. **Ciência Rural**, v. 51, n. 9, 2021.
- SILVA, P. H. F. DA et al. Agronomic responses and herbage nutritive value of elephant grass (*Cenchrus purpureus*) genotypes grown as monocrops and mixed with butterfly pea (*Clitoria ternatea*). **Crop and Pasture Science**, n. 74, p. 1210-1222, 2023.
- SNIFFEN, C. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3562–3577, 1992.
- SOARES, L. F. P. et al. Dwarf and tall elephant grass silages: intake, nutrient digestibility, nitrogen balance, ruminal fermentation, and ingestive behavior in sheep. **Tropical Animal Health and Production**, v. 55, n. 2, 2023.
- SOUZA, R. T. A. et al. Dwarf and tall elephantgrass genotypes under irrigation as forage sources for ruminants: Herbage accumulation and nutritive value. **Animals**, v. 11, n. 8, 1 ago. 2021.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminants**. Ithaca: Cornell University, 1994.
- VIDAL, A. K. F. et al. Production potential and chemical composition of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum.) at different ages for energy purposes. **African Journal of Biotechnology**, v. 16, n. 25, p. 1428–1433, 2017.
- WEISSBACH, F.; HONIG, H. Über die Vorhersage und Steuerung des Gärungsverlaufs bei der Silierung von Grünfutter aus extensivem Anbau. **Landbauforschung Völkenrode**, v. 16, n. 1, p. 7–10, 1996.

Capítulo II

**A INCLUSÃO DE SABIÁ (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) NA ENSILAGEM DE
CAPIM-ELEFANTE [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone] MELHORA A
FERMENTAÇÃO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA SILAGEM**

Resumo

Frequências de corte menores, notadamente para genótipos de porte alto, podem comprometer a qualidade da silagem de capim-elefante [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone]. A inclusão de leguminosas pode ser uma estratégia para melhorar a fermentação e o valor nutritivo da silagem desta gramínea em maiores intervalos de corte. O objetivo deste trabalho foi analisar as características fermentativas e valor nutritivo da silagem de genótipos de capim-elefante de diferentes portes (IRI 381 e Elefante B, de portes alto, e Taiwan A-146 2.37 e Mott, de portes baixo), com e sem adição de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) (0 e 20% na matéria natural). O experimento foi realizado em região de clima tropical (Garanhuns, Pernambuco, Brasil). Os tratamentos foram distribuídos em delineamento de blocos ao acaso, em arranjo fatorial 4 x 2, com quatro repetições. Não foi observado efeito significativo para genótipos, níveis de inclusão de sabiá e suas interações para perda por gases (24,42%), recuperação de matéria seca (90%), pH (4,5) e nitrogênio amoniacal (9,03% do N total). A inclusão de 20% de sábia proporcionou aumento de 28% no coeficiente de fermentação. O Mott teve maior produção de efluentes entre os genótipos estudados (36 kg t de massa verde⁻¹) e o nível de inclusão de 20% de sábia diminuiu a produção de efluentes (13 kg t de massa verde⁻¹), devido ao aumento do teor de MS (315,7 g kg⁻¹). A inclusão de 20% de Sabiá proporcionou aumento no teor de PB, taninos condensados (CT) e menores teores de FDN, fibra em detergente ácido, DIVMS e carboidratos totais. A quebra da estabilidade nas silagens de Elefante B e Taiwan foi registrada 36 horas após abertura dos silos. A inclusão de 20% de sábia melhora a fermentação e composição química das silagens de capim-elefante, independente do porte da planta. O aumento dos teores de taninos condensados pode ter implicado na redução da digestibilidade das silagens com a inclusão de sabiá, contudo, deve-se investigar mais profundamente os efeitos dos taninos na silagem de capim-elefante com esta leguminosa.

Palavra-chave: leguminosa nativa, matéria seca, proteína bruta, tanino, digestibilidade, coeficiente de fermentação

Abstract

Lower cutting frequencies, especially for tall-sized genotypes, can compromise the quality of elephant grass (*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone) silage. The inclusion of legumes can be a strategy to improve the fermentation and nutritional value of this grass's silage at longer cutting intervals. The objective of this study was to analyze the fermentative characteristics and nutritional value of silage from elephant grass genotypes of different sizes (IRI 381 and Elephant B, tall-sized, and Taiwan A-146 2.37 and Mott, short-sized), with and without the addition of sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) (0 and 20%). The experiment was conducted in a tropical climate region (Garanhuns, Pernambuco, Brazil). The treatments were distributed in a randomized block design in a 4 x 2 factorial arrangement with four replications. No significant effects were observed for genotypes, levels of sabiá inclusion, and their interactions for gas loss (24.42%), dry matter recovery (90%), pH (4.5), and ammoniacal nitrogen (9.03% of total N). The inclusion of 20% sabiá resulted in a higher fermentation coefficient (18.22). Mott had the highest effluent production among the genotypes studied (36 kg t of fresh mass⁻¹), and the 20% sabiá inclusion level reduced effluent production (13 kg t of fresh mass⁻¹) due to an increase in DM content (315.7 g kg⁻¹). The inclusion of 20% sabiá increased the CP content, condensed tannins (CT), and decreased NDF, acid detergent fiber, IVDMD, and total carbohydrates. The loss of stability in silages from Elefante B and Taiwan was recorded 36 hours after opening the silos. The inclusion of 20% sabiá improves the fermentation and chemical composition of elephant grass silages, regardless of plant size. The increase in condensed tannin levels may have led to a reduction in the digestibility of silages with sabiá inclusion, however, further investigation is needed to explore the effects of tannins in elephant grass silage with this legume.

Keyword: Native legume, dry matter, crude protein, tannin, digestibility, fermentation coefficient.

1 INTRODUÇÃO

A produção pecuária brasileira tem grande importância no cenário nacional e internacional, principalmente na produção animal a pasto. Nesse contexto uma das grandes dificuldades enfrentadas pelos produtores é principalmente a sazonalidade na produção de forragem. Com isso, a ensilagem apresenta-se como solução para fornecimento de volumoso em épocas do ano desfavoráveis para a produção de forragem.

O uso de silagem já é amplamente difundido nos sistemas de produção pecuária brasileira, sobretudo a utilização de gramíneas tropicais para produção de silagem (DANIEL et al., 2019). Contudo, existe diversos genótipos de capim-elefante [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone] que apresentam diferenças nas características morfológicas, notadamente quanto ao porte, que influenciam no valor nutritivo da forragem. Soares et al. (2023) afirmam que silagens de capim-elefante anão (Mott e Taiwan A-146 2.37) ou alto (IRI-381 e Elefante B), produzidas com genótipos cortados aos 60 dias de crescimento e sem o uso de aditivos ou processo de murchamento, podem ser utilizadas na alimentação de ovinos.

PEIXOTO et al. (2022) relatam que os genótipos de porte alto (Elefante B e IRI-381) apresentam maior quantidade de tecidos lignificados que os de porte baixo (Mott e Taiwan A-146 2.37), podendo reduzir a digestibilidade. Neste sentido, Souza et al. (2021) mostraram que genótipos de porte baixo (Mott e Taiwan A-146 2.37) tiveram maior digestibilidade que os de porte alto, independente do sistema de cultivo e época do ano.

O uso de aditivos na ensilagem pode possibilitar a utilização de capim-elefante com idade mais avançada, aproveitando o maior acúmulo de forragem para produzir mais silagem e proporcionando aumento no teor de matéria seca das silagens, redução da produção de efluentes e aumento o valor nutritivo das silagens (COSTA et al., 2022). Assim, a inclusão ou adição de outras espécies forrageiras, como leguminosas, apresentam

potencial de melhoria das características fermentativas e do valor nutritivo da silagem de capim-elefante (LEMOS et al., 2021).

A sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) é uma espécie leguminosa arbórea nativa do Brasil, incluindo a região Nordeste (HERRERA et al., 2021; CARVALHO et al., 2022), sendo utilizada como forragem (OLIVEIRA et al., 2019), em sistemas silvipastoris (SOUZA et al., 2022), reflorestamento e produção de madeira (LIRA et al., 2022). A utilização da parte aérea, principalmente ramos finos e folhas, podem ser uma opção de aditivo com intuito de melhorar os aspectos nutricionais das silagens. Entretanto, deve-se levar em conta a possibilidade de interferência na qualidade do alimento devido seu alto teor de tanino (CARVALHO et al., 2022).

Sendo assim, a hipótese deste trabalho é que a silagem de genótipos de capim-elefante de diferentes portes, manejados sob baixa frequência de corte, apresente melhores características fermentativas e maior valor nutritivo quando aditivada com sabiá. Portanto, o presente estudo tem como objetivo analisar as características fermentativas e valor nutritivo da silagem de genótipos de capim-elefante de diferentes portes de planta, com e sem adição de Sabiá.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização da área experimental e tratamentos

O experimento foi realizado na Fazenda Didática da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Antônio de Pádua Maranhão Fernandes, no município de Garanhuns, região Agreste de Pernambuco, situada a 80° 53' 25" de latitude Sul e 36° 29' 34" de longitude WG. O clima predominante, segundo Alvares et al. (2013), é o tropical Aw', de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger. A temperatura média anual varia entre 20,1 e 22,0 °C, com precipitação histórica anual (média de 53 anos) de 866 mm (BARBOSA et al., 2016).

Os tratamentos foram distribuídos em delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial 4×2 (quatro genótipos de capim-elefante, com ou sem sabiá), com quatro repetições (silos experimentais). Os genótipos avaliados foram: IRI 381 e Elefante B, de portes alto, e Taiwan A-146 2.37 e Mott, de portes baixo. No campo, os genótipos foram estabelecidos em 2016, onde a parcela experimental apresentou 24 m² (4 m x 6 m), com área útil de 15 m² (3 m x 5 m).

Ao longo de todo o período experimental, as parcelas receberam adubação com o equivalente a 100 kg N ha⁻¹, 80 kg de K₂O ha⁻¹ após cada corte e 120 kg de P₂O₅ há⁻¹ ano⁻¹ de acordo com a análise de solo e foram irrigadas durante todo período. A frequência de corte aplicada foi de 90 dias, com intensidade rente ao solo. A aplicação de água via irrigação foi realizada por meio de um sistema de gotejamento, manejada com turno de rega variável, com base no método de Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998). Os dados meteorológicos para a realização do cálculo da irrigação foram obtidos através da Estação Meteorológica do INMET localizada nas dependências da Universidade Federal do Agreste (UFAPE). A irrigação nas parcelas experimentais foi realizada de acordo com a evapotranspiração diária da cultura, com a reposição de 100% da evapotranspiração da cultura tanto no período chuvoso quanto no período seco.

A coleta da sábia (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) foi realizada numa área de pastagem sob sistema silvipastoril. As árvores foram implantadas em 2017. Foram coletados ramos finos (5 mm, com quantidade variável de acúleos jovens) e folhas das árvores, numa altura de 1,5 m, com auxílio de tesoura de poda.

2.2. Confeção dos silos e silagem

A preparação da silagem foi realizada no mês de setembro de 2022. Todas as plantas cortadas foram picadas com tamanho de partícula de 2 a 3 cm, com o auxílio de uma máquina ensiladeira estacionária. As misturas foram realizadas pesando o capim-elefante e adicionando 20% de sábia na matéria verde, em seguida compactada em silos experimentais até atingir uma densidade média de 600 kg m^{-3} de base em matéria natural de acordo com cada nível de inclusão de sábia (0 e 20%).

Os silos experimentais foram confeccionados com baldes de polipropileno (20 cm de diâmetro e 20 cm de altura). No fundo de cada silo foram adicionados 1,2 kg de areia lavada, sendo mantida separada da silagem por um tecido para absorção e quantificação dos efluentes. Os silos foram lacrados com tampas equipadas com válvulas de escape de gás do tipo *bunsen* (SCHEFFER DE ROJAS, 1976) e permaneceram fechados por 70 dias e mantidos em área coberta, sob temperatura ambiente.

2.3. Avaliações de perdas da silagem

A recuperação de matéria seca (RMS), perda por gases (G) e produção de efluentes (PE) foram estimadas com base nas diferenças gravimétricas, utilizando as equações propostas Schmidt (2006). RMS, em kg, foi calculada por:

$$RMS = \left(\frac{MF_{ab} * MS_{ab}}{MF_{fe} * MS_{fe}} \right) * 100$$

Onde:

RMS é a Taxa de recuperação de matéria seca (kg);

MFab é a massa de forragem na abertura (kg);

MSab é o teor de MS na abertura (kg);

MFfe é a massa de forragem no fechamento (kg) e

Msfé é o teor de MS da forragem no fechamento (kg).

Para as perdas por gases (G) (%MS) foi utilizada a seguinte equação:

$$G = \left\{ \frac{[(PEen - Pen) * MSen] - [(PCab - Pen) * MSab]}{[(PCen - Pen) * Msen]} \right\} * 100$$

Onde:

G é a perda por gases (%MS);

PCen é peso do silo cheio na ensilagem (kg);

Pen é o peso do conjunto (balde + tampa + areia seca + saco) na ensilagem (kg);

MSen é o teor de matéria seca da forragem na ensilagem (%MS);

PCab é o peso do balde cheio na abertura (kg) e

MSab é o teor de matéria seca da forragem na abertura (%MS).

Para a determinação da produção de efluentes (PE) (kg t de massa verde⁻¹) utilizou-se a seguinte equação:

$$PE = \left(\frac{Pab - Pen}{MVfe} \right) * 100$$

Onde:

Pab é o peso do conjunto vazio (balde + tampa + areia úmida + saco) na abertura (kg); Pen é o peso do conjunto vazio (balde + tampa + areia seca + saco) na ensilagem (kg) e MVfe é a massa verde de forragem ensilada (kg).

2.4. Análises química-bromatológicas e digestibilidade *in vitro* forragem e das silagens

Amostras de forragem (Tabela 1) e silagem foram analisadas quanto os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e cinzas (MM) (AOAC, 1990). Os componentes da parede celular, fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (FDNcp), fibra em detergente ácido (FDA) lignina (LIG), celulose e hemicelulose, foram determinados pelo método de (VAN SOEST, 1994). A digestibilidade da matéria seca *in vitro* (DIVMS) segundo Detmann et al., (2021), apenas para silagens, o pH foi avaliado de acordo com Silva & Queiroz (2002) e o nitrogênio amoniacal (NH₃-N) foi avaliado pelo método descrito por Mizubuti et al. (2009) e os carboidratos solúveis em água (CSA), segundo metodologia de Yemm & Willis (1954) modificada por Bezerra Neto & Barreto (2011).

Tabela 1. Análise química-bromatológica de genótipos de capim-elefante de diferentes portes [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone] com inclusão de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.), antes da ensilagem.

Variáveis	Genótipos/ Nível de inclusão de sabiá (%)								Sabiá
	Mott		Taiwan A-146 2.37		IRI-381		Elefante B		
	0	20	0	20	0	20	0	20	
MS (g kg ⁻¹ MN)	181,0	239,1	245,8	285,3	205,2	264,2	216,4	294,4	593,5
MM (g kg ⁻¹ MS)	111,7	99,5	92,5	94,6	86,1	88,0	89,4	116,6	49,2
MO (g kg ⁻¹ MS)	888,3	900,5	907,5	905,4	913,9	912,0	910,6	883,4	950,8
PB (g kg ⁻¹ MS)	76,1	98,6	51,0	84,0	32,3	74,7	55,3	69,4	125,1
EE (g kg ⁻¹ MS)	66,1	37,0	21,5	27,6	22,0	22,3	18,1	20,5	42,1
FDN (g kg ⁻¹ MS)	501,4	612,3	582,8	612,8	646,3	631	608,5	601,8	454,8
FDA (g kg ⁻¹ MS)	446,3	411,8	333,6	396,8	340,2	400	312,4	345,7	451
Lignina (g kg ⁻¹ MS)	35,8	128,3	119,4	121,8	56,9	100,1	54,0	107,5	152,9
DIVMS (%)	61,8	46,7	57,5	43,2	54,8	48,8	61,4	52,4	36,5
CSA (mg g ⁻¹)	4,2	4,0	5,0	4,7	4,5	5,1	5,1	5,3	7,1
CT (n.e.mg 100g ⁻¹)	31,3	26,9	34,9	27,3	28,5	21,0	30,0	25,8	40
TC (mg g ⁻¹)	-	81,5	-	69,0	-	70,2	-	72,6	370,9
FT (mg g ⁻¹)	-	144,4	-	109,6	-	132,6	-	124,6	599,2

MS – matéria seca; MN – matéria natural; MM - matéria mineral; MO - matéria orgânica; CSA - carboidratos solúveis em água; PB – proteína bruta; EE - extrato etéreo; FDN - fibra em detergente neutro; FDA - fibra em detergente ácido; LIG – lignina; CT - capacidade tampão; DIVMS - digestibilidade *in vitro* da MS; TC- taninos condensados; FT- Fenóis totais.

2.5. Fracionamento de carboidratos e proteínas

O fracionamento de carboidratos foi realizado segundo Sniffen et al. (1992), onde os carboidratos totais (CHOt) foram calculados considerando a seguinte equação: $CHOt = 100 - (PB + EE + MM)$. As frações A e B1 (carboidratos não fibrosos e compreende os carboidratos de rápida fermentação ruminal, tais como os açúcares solúveis, amido e pectina) foram obtidos com a equação: $CNF = 100 - (PB + (FDNcp) + EE + MM)$. A fração B2 (carboidratos de lenta taxa de degradação ruminal presentes na parede celular) foi obtida através da diferença entre FDNcp e fração C. Para obtenção da fração C (parte fibrosa indigestível) foi utilizada a equação: $C = FDN * 0,01 * LIG * 2,4$

Para o fracionamento da proteína, utilizou-se metodologia descrita por Licitra et al. (1996). No qual foram obtidos os teores de nitrogênio não proteico, correspondente a fração A referente ao nitrogênio solúvel em ácido tricloroacético (TCA) 10%, o nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e o nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA). A fração B1+B2 foi obtida através da equação: $B1 + B2 = 100 - (A + B3 + C)$, onde: B1+B2 corresponde a fração solúvel rapidamente degradada no rúmen mais a fração insolúvel, com taxa de degradação intermediária no rúmen; A corresponde a fração solúvel – nitrogênio não proteico (NNP); B3 corresponde ao N potencialmente disponível ligado à fibra e C corresponde a fração indigestível durante sua permanência no trato gastrintestinal. A fração B3 será obtida pela diferença entre o NIDN e o NIDA e a fração C considerada como o NIDA.

A avaliação do coeficiente de fermentação das forragens foi realizada conforme a metodologia proposta por (WEISSBACH; HONIG, 1996), em que avaliam três variáveis: concentrações de carboidratos solúveis, capacidade tampão e teor de matéria seca, conforme a equação: $CF = MS + 8 * \left(\frac{CS}{CT}\right)$, MS = teor de matéria seca (%); CS (mg g⁻¹) = teor de carboidratos solúveis em água e CT (n.e.mg 100g⁻¹) = capacidade tampão.

2.6 Avaliação da estabilidade aeróbia das silagens

A estabilidade aeróbica foi realizada a partir da coleta da massa ensilada (3 kg) de cada tratamento e acondicionamento em baldes de plástico, sem compactação e manutenção em sala climatizada, com temperatura de aproximadamente $20,1 \pm 1,5$ °C. As temperaturas das silagens e do ambiente foram registradas diariamente em dois horários por dia, durante quatro dias. Para registro da temperatura das silagens, foi utilizado termômetro de álcool colorido, com escala de -10 °C a 150 °C, inserido a 10 cm no centro da massa de silagem. O acompanhamento da temperatura ambiente foi realizado através de termômetros digitais alocados em pontos distintos da sala. A perda da estabilidade aeróbia foi definida como o tempo em horas para elevação da temperatura das silagens em 2 °C em relação a temperatura do ambiente (KUNG et al., 2018).

2.8. Análise estatística

Os dados foram submetidos análise de variância e suas pressuposições por meio do PROC MIXED do SAS® On Demand for Academics. Os dados referentes aos tratamentos (frequências de corte e genótipos) e suas interações foram considerados como efeitos fixos e os blocos como efeito aleatório. As médias foram comparadas usando o procedimento PDIFF ajustado para o teste de Tukey. O nível de significância adotado foi 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS

Não foi observado efeito significativo para genótipos, níveis de inclusão de sabiá e suas interações para as variáveis perda por gases (24,42 % MS), recuperação de matéria seca (90%), pH (4,5) e N-NH₃ (9,03% do N total). Para o coeficiente de fermentação (CF), observou-se efeito significativo do nível de inclusão de sabiá (Figura 1), onde a inclusão de 20% de sabiá na matéria verde proporcionou aumento de 24% no CF.

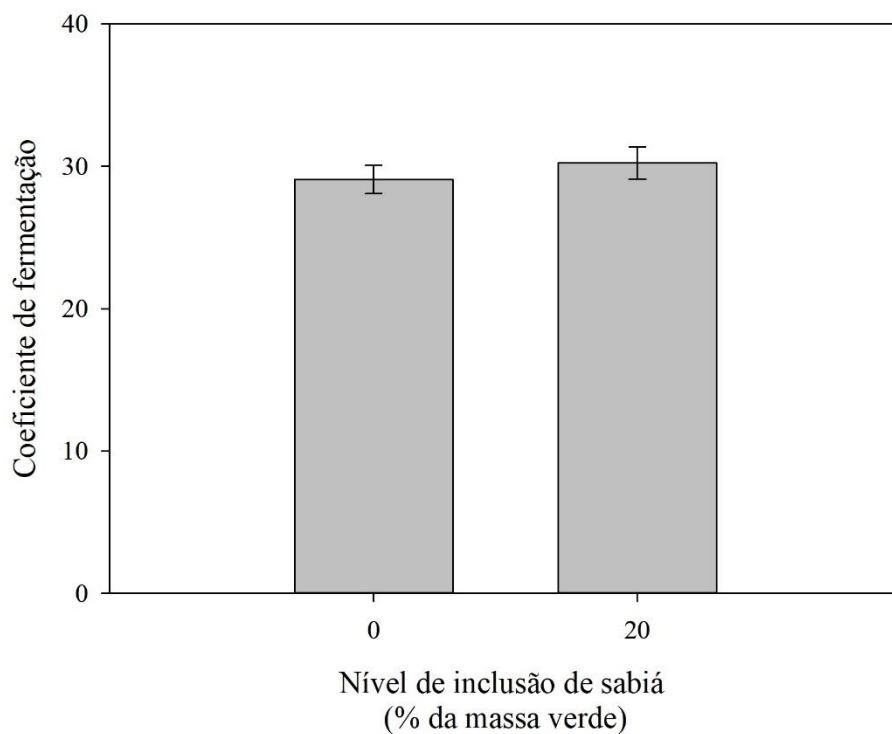


Figura 1. Coeficiente de fermentação de silagem de capim-elefante de diferentes portes [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone] aditivado com sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.).

Para produção de efluentes, foi observado efeito significativo para genótipo e nível de inclusão de sabiá, mas não houve efeito para a interação (Figura 2). A silagem do genótipo Mott foi a que apresentou maior produção de efluentes, seguido pela do Taiwan A-146 2.37 e Elefante B. A silagem com menor produção de efluentes foi com a inclusão de 20% de sabiá.

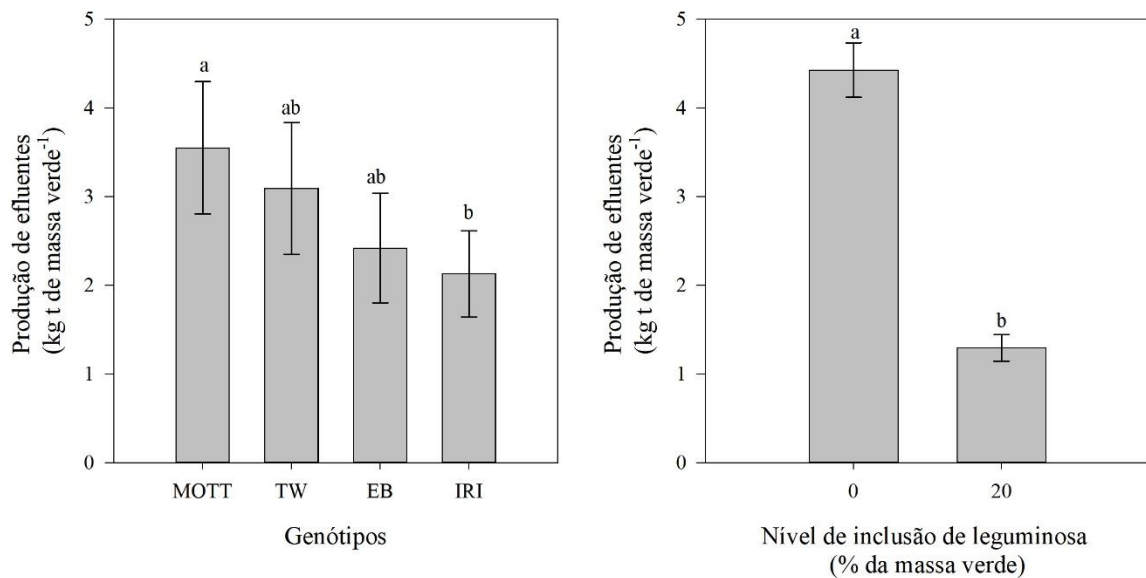


Figura 2. Produção de efluentes em silagem de genótipos de capim-elefante [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone] de diferentes portes (A) e em silagem de genótipos de capim-elefante aditivado ou não com sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) (B). Médias representadas por barras com letras maiúsculas diferentes acima diferem pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Os teores de MS, FDN e CHOT das silagens apresentaram efeito significativo do genótipo. A silagem do genótipo Mott (porte baixo) apresentou menor teor de MS em relação aos genótipos IRI-381 e Taiwan A-146 2.37, e não deferiu do genótipo Elefante B. O teor de FDN da silagem de Taiwan foi menor comparado a silagem de Elefante B e IRI-381. A silagem de Taiwan também apresentou menor teor de CHOT, comparado a de Elefante B (Tabela 2).

Houve efeito significativo do nível de inclusão de sabiá sobre os teores de MS, FDN, FDA, CHOT, DIVMS e TC. A inclusão de 20% de sabiá na silagem de capim-elefante promoveu aumento nos teores de MS e de taninos e reduziu os teores de FDN, FDA, CHOT e DIVMS (Tabela 2).

Tabela 2. Análise química-bromatológicas de silagem de capim elefante de diferentes portes [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone] aditivado com sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.)

Variáveis	Genótipos				Inclusão de sabiá (%)	
	Mott	Taiwan A-146 2.37	Elefante B	IRI 381	0	20
MS (g kg ⁻¹ de MN)	256,5 c	307,8 a	280,3 abc	293,6 ab	253,4 b	315,7 a
PB (g kg ⁻¹ de MS)	100,6 a	165,7 a	86,1 b	99,8 a	74,8	121,3
FDN (g kg ⁻¹ de MS)	567,3 ab	538,5 b	591,9 a	585,2 a	583,6 a	557,9 b
FDA (g kg ⁻¹ de MS)	297,4	290,8	311,9	316,8	332,3 a	276,2 b
CHOT (%)	85,4 ab	85,1 b	87,5 a	86,2 ab	88,6 a	83,4 b
DIVMS (%)	40,6	43,4	42,0	41,8	47,1 a	36,8 b
TC (mg g ⁻¹)					64,9 b	76,8 a
FT (mg g ⁻¹)					112,4	107,5

MS – matéria seca; PB – proteína bruta; FDN - fibra em detergente neutro; FDA - fibra em detergente ácido; CHOT - carboidratos totais, DIVMS - digestibilidade in vitro da MS; TC – Taninos condensados e FT – fenóis totais. Médias seguidas de letras distintas minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey(p>0,05).

Houve efeito significativo da interação genótipo e nível de inclusão de sabiá para o teor de proteína bruta (PB) das silagens. Em todas as silagens houve aumento nos teores de PB com a inclusão de 20% de sabiá (Tabela 3). Entre os genótipos, sem a inclusão de sabiá, as silagens dos genótipos de porte baixo apresentaram maior teor de PB que a do Elefante B, mas com a inclusão de sabiá, a silagem do Taiwan e IRI-381 tiveram maior teor de PB que a do Elefante B (Tabela 3).

Tabela 3. Interação genótipo x nível de inclusão de sábia (0 e 20%) sobre os teores de proteína bruta (g kg⁻¹ de MS) de silagens de capim-elefante [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone] de diferentes portes.

Genótipos	Inclusão de sabiá (%)		EPM
	0	20%	
Mott	85,4 bA	115,9 aAB	6,3
Taiwan A-146 2.37	81,4 bA	130,1 aA	
Elefante B	63,2 bB	109,0 aB	
IRI 381	69,3 bAB	130,3 aA	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Não foi observado diferença significativa dos tratamentos para o fracionamento de carboidrato, com médias de 88,70% de CHOT, 32,42% de CNF, 39,55% de fração B e de 10,03% fração C. Entretanto, para o fracionamento de proteína foi observado efeito significativo apenas do nível de inclusão do sabiá sobre todos os componentes (Tabela 4). Não foi observado efeito significativo dos genótipos e da interação sobre as frações de proteína das silagens. As frações de A, B3 e C aumentaram com inclusão de 20% de sábia, enquanto a fração B1+B2 diminuiu.

Tabela 4. Fracionamento de proteína (% do PB) em silagem de capim-elefante [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone] de diferentes portes com inclusão de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.).

Frações de PB	Genótipos				Inclusão de sabiá (%)	
	Mott	Taiwan A-146 2.37	Elefante B	IRI 381	0	20
A	7,94	8,17	8,37	7,87	5,16 b	10,94 a
B1+B2	86,19	86,01	85,7	86,6	92,8 a	85,54 b
B3	5,20	5,37	5,22	5,08	1,81 b	7,87 a
C	0,64	0,64	0,65	0,62	0,39 b	0,93 a

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Na avaliação de estabilidade aeróbica, foi observado a inclusão de sabiá proporcionou menor estabilidade (Figura 3). Com a inclusão de sabiá, após 36 horas os genótipos Elefante B e Taiwan apresentaram quebra de estabilidade, que é identificada quando a temperatura da massa ensilada ultrapassa em 2°C a temperatura ambiente.

A quebra total da estabilidade de todos as silagens foi registrada após 48 horas de abertura dos silos. A temperatura média ambiente foi de 20,8°C e a temperatura média das silagens sem sabiá foi de 22,8°C e com 20% de sabiá foi de 23°C.

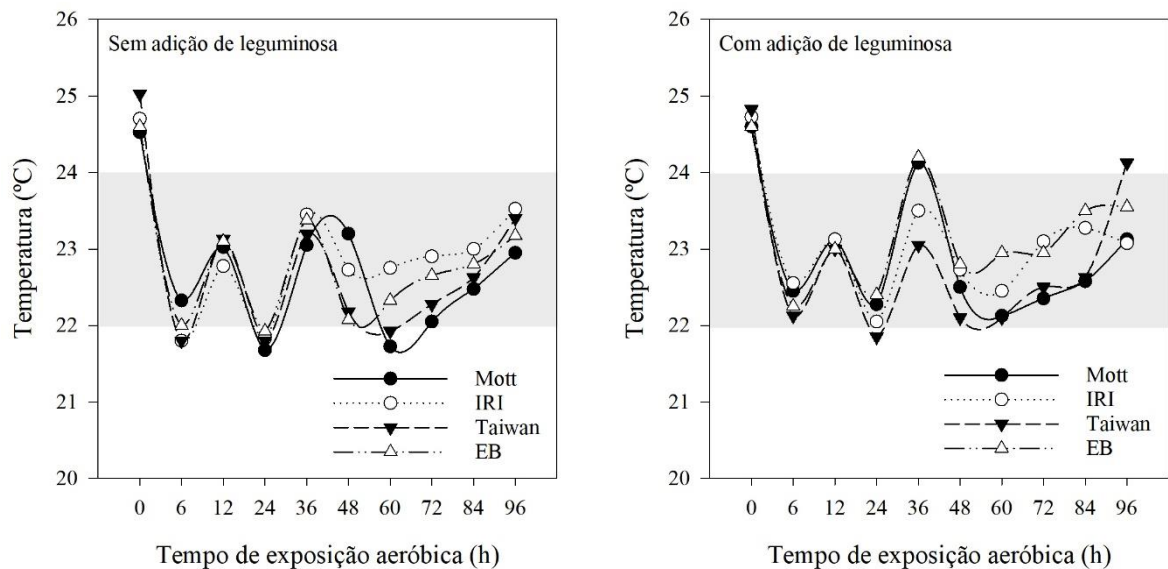


Figura 3. Variação de temperatura da silagem de genótipos de capim-elefante [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone] de diferentes portes com inclusão de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.), após abertura do silo. A faixa cinza nos gráficos representa a média e o desvio padrão da temperatura ambiente ($21 \pm 1^\circ\text{C}$), acrescido de 2°C , que seria o nível para quebra da estabilidade aeróbia.

4 DISCUSSÃO

Os valores médios do coeficiente de fermentação (CF) nesse estudo foram de 26,6 e 32,9 com 0 e 20% de sabiá, respectivamente, valores superiores aos relatados por Lemos et al. (2021) que foram de 24,89 para silagem somente com capim-elefante e 27,89 com cunhã (*Clitoria ternatea* L.).

Os baixos valores de CF nas silagens sem sabiá sugerem que o material ensilado apresentava substratos fermentáveis insuficientes. De acordo com Oude Elferink et al. (2000), CF menor que 35 é indicativo a necessidade da adição direta de açúcar, como melaço, ou adição de enzimas que liberam açúcar extra para melhorar a fermentação. A inclusão de sabiá melhorou o coeficiente de fermentação, chegando próximo a este nível.

Os maiores valores de perdas por efluentes na silagem do genótipo Mott está relacionado com os baixos teores de MS no momento da ensilagem (Tabela 1), indicando a importância da seleção criteriosa dos genótipos para minimizar as perdas de silagem. Contudo, a inclusão de

sabiá aumentou o teor de MS de todos as silagens e, conseqüentemente, diminuiu as perdas por efluentes. A adição de leguminosa aumenta o teor de MS e diminui a perda por efluentes em silagens de capim-elefante (BEZERRA et al., 2019; FERREIRA et al., 2020; LEMOS et al., 2021).

As menores concentrações de MS, principalmente nas silagens dos genótipos de capim-elefante anão (Mott e Taiwan A-146 2.37), estão relacionadas as menores quantidades de componentes estruturais, denotado pelos menores teores de de FDN. Souza et al. (2021) relataram que o genótipo Mott apresenta baixas concentrações de FDN, independente da época do ano ou sistema de cultivo. Com isso, mesmo com o incremento do sabiá, os teores de MS da silagem de capim-elefante Mott ficaram baixos. Borreani et al. (2018) afirmam que para uma adequada fermentação se faz necessário um teor de MS superior a 250 g kg⁻¹ de matéria natural, para qual a inclusão da leguminosa foi importante.

O maior teor de FDN e FDA nas silagens sem inclusão de sábia ocorre devido aos genótipos apresentarem maiores teores desses componentes na forragem antes da ensilagem (Tabela 1) em relação ao encontrado na sábia.

O teor de carboidratos solúveis das leguminosas forrageiras é baixo em comparação com as gramíneas forrageiras (EUGÈNE et al., 2021), no entanto, os carboidratos são a principal fonte de energia digestível nas forragens, que podem ser divididos em carboidratos estruturais e carboidratos não estruturais (HATFIELD; KALSCHEUR, 2020). De acordo com Villalba et al. (2021), o valor nutritivo das forragens diminui com o aumento da maturidade da planta devido ao acúmulo de carboidratos estruturais e diminuição da relação folha/caule.

A menor DIVMS das silagens ocorreu com a inclusão de 20% de sabiá. A redução da DIVMS pode estar relacionada a presença de componentes lenhosos na massa de sabiá ensilada e com o aumento dos teores de taninos condensados com a inclusão de sabiá (Tabela 3). Os taninos condensados podem reduzir a digestibilidade (BUENO et al., 2020; GUIMARÃES-

BEELLEN et al., 2006). Sabendo que a maior proporção de sabiá da silagem veio predominantemente de folhas, Lima et al. (2020) relataram que a folha de sabiá tende a apresentar maior concentração de taninos condensados e menor digestibilidade ($315 \pm 60 \text{ g.kg}^{-1}\text{MS}$) próximo ao encontrado neste trabalho ($364,93 \text{ g.kg}^{-1}\text{MS}$).

A inclusão de 20% de sabiá aumentou todos os teores de proteína bruta das silagens, embora, tenha ocorrido diferenças entre os genótipos dentro do mesmo nível de inclusão. De maneira geral, as silagens com inclusão de sabiá apresentaram valores de PB acima do recomendado para ruminantes (70 g.kg^{-1}), conforme VALADARES FILHO et al. (2010). Ademais, os valores médios de N-NH₃ neste trabalho foram de 9,37% do N total, demonstrando reduzida proteólise, classificando como uma silagem muito boa, de acordo com Pacheco et al. (2014), que atribuíram valores abaixo de 10% do N total para as silagens muito boas, adequada quando entre 10 e 15%, aceitável entre 15 e 20% e insatisfatória quando os valores se situam acima de 20%.

A fração A da PB nas silagens aumentou significativamente com a inclusão de 20% de sabiá. Esse fato representa maior suprimento de aminoácidos, exigidos pelos microrganismos do rúmen (RUSSELL et al., 1992). Com a fermentação da massa ensilada, a proteína é convertida em nitrogênio não-proteico, em decorrência da proteólise (PIRES et al., 2009). Embora tenha aumentado a fração C que é indigestível, o aumento das frações A indicam uma melhora na qualidade da proteína da silagem.

Para o fracionamento de proteína é importante observar que o tipo de proteína presente no alimento (Tabela 4) influencia diretamente a degradação, as interações com outros nutrientes e a população microbiana no rúmen (BACH et al., 2005). As frações B1 e B2 no presente estudo foram consideradas como uma única fração (B1 + B2) e referem-se a proteínas verdadeiras solúveis e insolúveis, com média velocidade de degradação. Essa fração apresentou redução com a inclusão de 20% de sábia nas silagens, diminuindo assim a disponibilidade de nitrogênio

para a população microbiana do rúmen e com possibilidade de interferência na eficiência de produção de proteína microbiana a nível ruminal (CUNHA et al., 2022).

As proporções da fração B3 e C aumentaram nas silagens contendo 20% de sabiá, que pode estar associado com a presença de material lenhoso no sabiá ensilado. Kirchhof et al. (2010) relatam que as espécies vegetais e a maturidade influenciaram as frações de PB, assim como, o aumento dos valores das frações B3 e C pode estar relacionado à atividade do polifenol oxidase.

Yao et al. (2019) relatam que taninos se ligam às proteínas da dieta e às enzimas digestivas e reduzem a digestibilidade das proteínas, bem como a palatabilidade da dieta. Nesse sentido, os efeitos da inclusão de leguminosas forrageiras em uma dieta são fortemente dependentes da qualidade nutricional, tanto da forragem quanto da leguminosa utilizada (CASTRO-MONTOYA; DICKHOEFER, 2020).

A inclusão de 20% de sabiá proporcionou maior instabilidade aeróbia (Figura 3). Lemos et al. (2021), em estudo com os mesmos genótipos e com inclusão de cunhã nas silagens, observaram início da quebra de estabilidade com 22 horas após a abertura. No entanto, Costa et al. (2022) relatam quebra de estabilidade dos genótipos Taiwan A-146 2.37 e IRI-381 após 48 horas também com inclusão de cunhã, mas aditivado com fubá de milho. Após a abertura dos silos os açúcares solúveis podem ser rapidamente utilizados por fungos e leveduras, fenômeno que eleva a temperatura e reduz a qualidade das silagens (KUNG et al., 2018), sobretudo em silagens de gramíneas tropicais que são caracterizadas por umidade expressiva e geralmente estão expostas à deterioração por microrganismos aeróbicos. A perda de estabilidade aeróbia da silagem foi registrada 36 horas após a abertura dos silos para os genótipos Elefante B e Taiwan A-146 2.37, destacando a importância de armazenar e utilizar a silagem rapidamente após a abertura do silo para evitar perda de qualidade. Genótipos de capim-elefante de

diferentes portes podem afetar a qualidade da silagem. Portanto, é importante selecionar o genótipo apropriado com base no objetivo pretendido.

A inclusão de leguminosas, como sabiá, pode ser uma estratégia eficaz para melhorar a qualidade da silagem de capim-elefante. A adição de 20% de sabiá à silagem de capim-elefante demonstrou inúmeros benefícios, como maior coeficiente de fermentação, redução da produção de efluentes, o que beneficia o meio ambiente e o manejo da silagem, e maior teor de proteína bruta. Porém, é importante considerar a concentração de taninos condensados ao adicionar sabiá, pois estes componentes podem reduzir a DIVMS. A inclusão de sabiá aumenta o teor de MS e PB das silagens, sendo importante em dietas onde é necessário aumentar os teores destes componentes nutricionais, como naquelas a base de palma forrageira.

5 CONCLUSÃO

A inclusão de 20% de sábia melhora a fermentação e composição química das silagens de capim-elefante, independente do porte da planta, embora tenha proporcionado menor estabilidade aeróbia nos genótipos Elefante B e Taiwan.

O aumento dos teores de taninos condensados pode ter implicado na redução da digestibilidade das silagens com inclusão de sabiá, contudo, deve-se investigar mais profundamente os efeitos dos taninos na silagem de capim-elefante com sabiá.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R. G. et al. **Crop evapotranspiration : guidelines for computing crop water requirements**. Rome: Italy, 1998. v. 15
- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- AOAC, I. K. H. **Official methods of analysis**. 15 th ed. Arlington: USA, 1990.
- BACH, A.; CALSAMIGLIA, S.; STERN, M. D. Nitrogen metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v. 88, p. E9–E21, 2005.
- BARBOSA, V. V. et al. Análise da variabilidade climática do município de Garanhuns, Pernambuco – Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 2, p. 353, 2016.
- BEZERRA, H. F. C. et al. Fermentation characteristics and chemical composition of elephant grass silage with ground maize and fermented juice of epiphytic lactic acid bacteria. **South African Journal of Animal Science**, v. 49, n. 3, p. 522, 2019.
- BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L. P. **Métodos para Análise Química em Plantas**. 2. ed. Recife: UFRPE, 2011.
- BORREANI, G. et al. Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 5, p. 3952–3979, 2018.
- BUENO, I. C. S. et al. The Role of Condensed Tannins in the In Vitro Rumen Fermentation Kinetics in Ruminant Species: Feeding Type Involved? **Animals**, v. 10, n. 4, p. 635, 2020.
- CARVALHO, C. B. DE M. et al. Initial growth and survival of *Eucalyptus* spp. and *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. in silvopastoral systems and their impact on herbage accumulation of *Urochloa decumbens* Stapf R. D. Webster. **Agroforestry Systems**, v. 96, n. 7, p. 1053–1064, 2022.
- CASTRO-MONTOYA, J. M.; DICKHOEFER, U. The nutritional value of tropical legume forages fed to ruminants as affected by their growth habit and fed form: A systematic review. **Animal Feed Science and Technology**, v. 269, p. 114641, 2020.
- COSTA, E. R. et al. Adding corn meal into mixed elephant grass–butterfly pea legume silages improves nutritive value and dry matter recovery. **The Journal of Agricultural Science**, v. 160, n. 3–4, p. 185–193, 2022.
- CUNHA, D. DE S. et al. Mineral profile, carbohydrates fractionation, nitrogen compounds and in vitro gas production of elephant grass silages associated with cactus pear. **Bulletin of the National Research Centre**, v. 46, n. 1, p. 257, 2022.
- DANIEL, J. L. P. et al. Production and utilization of silages in tropical areas with focus on Brazil. **Grass and Forage Science**, v. 74, p. 188–200, 2019.
- DETMANN, E. et al. **Métodos de Análises de Alimentos**. 2. ed. Viçosa - MG: Visconde do Rio Branco, v. 2, p. 235, 2021.
- EUGÈNE, M.; KLUMPP, K.; SAUVANT, D. Methane mitigating options with forages fed to ruminants. **Grass and Forage Science**, v. 76, n. 2, p. 196–204, 2021.

- FERREIRA, C. M. S. et al. Murumuru (*Astrocaryum murumuru*) meal as an additive to elephant grass silage. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, v. 33, n. 4, p. 264–272, 2020.
- GUIMARÃES-BEELLEN, P. M. et al. Influence of condensed tannins from Brazilian semi-arid legumes on ruminal degradability, microbial colonization and ruminal enzymatic activity in Saanen goats. **Small Ruminant Research**, v. 61, n. 1, p. 35–44, 2006.
- HATFIELD, R. D.; KALSCHEUR, K. F. Carbohydrate and Protein Nutritional Chemistry of Forages. Em: **Forages**, p. 595–607, 2020..
- HERRERA, A. M. et al. Potential of *Gliricidia sepium* (jacq.) Kunth ex Walp. and *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. in silvopastoral systems intercropped with signal grass [*Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster]. **Agroforestry Systems**, v. 95, n. 6, p. 1061–1072, 26 ago. 2021.
- KIRCHHOF, S. et al. Variation in the contents of crude protein fractions of different forage legumes during the spring growth. **Grass and Forage Science**, v. 65, n. 4, p. 376–382, 2010.
- KUNG, L. et al. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 5, p. 4020–4033, 2018.
- LEMOS, M. F. et al. Grass size and butterfly pea inclusion modify the nutritional value of elephant grass silage. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 56, p. 1–10, 2021.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 57, n. 4, p. 347–358, 1996.
- LIMA, H. N. B. et al. Herbage responses of signalgrass under full sun or shade in a silvopasture system using tree legumes. **Agronomy Journal**, v. 112, n. 3, p. 1839–1848, 2020.
- LIRA, E. C. DE et al. Intercropping forage cactus genotypes with wood species in a semi-arid environment. **Agronomy Journal**, v. 114, n. 6, p. 3173–3182, 2022.
- MIZUBUTI, I. Y. et al. **Métodos laboratoriais de avaliação de alimentos para animais**. 1. ed. Londrina: Paraná, 2009.
- OLIVEIRA, O. F. DE et al. *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth: an important legume in Brazil semi-arid. Em: INTERNATIONAL LEGUME SOCIETY (ILS) (Ed.). **Legume Perspectives: Arboreal Legumes for Multiple Uses**. 1. ed. Córdoba: Spain, 2019. v. 1p. 18–19.
- OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; Driehuis, F.; Gottschal, J.; Spoelstra, S. Paper 2.0: Silage fermentation processes and their manipulation. **FAO Plant P 2000**, 161, 17–30.
- 7 PACHECO, W. F. et al. Perdas fermentativas de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com níveis crescentes de feno de gliricídia (*Gliricidia sepium*). **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 8, n. 3, p. 155–162, 2014.

- PEIXOTO, T. V. F. R. et al. Histological arrangements of plant tissue of different elephant grasses as influenced by their genotypes. **African Journal of Range & Forage Science**, p. 1–10, 2022.
- PIRES, A. J. V. et al. Fracionamento de carboidratos e proteínas de silagens de capim-elefante com casca de café, farelo de cacau ou farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 422–427, 2009.
- RUSSELL, J. B. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3551–3561, 1992.
- SCHEFFER DE ROJAS, S. A. **Efeito de aditivos e do momento de vedação na qualidade da silagem de milho em condições de laboratório**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1976.
- SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2006.
- SILVA, D. J. E.; QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002. p. 235.
- SNIFFEN, C. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3562–3577, 1992.
- SOARES, L. F. P. et al. Dwarf and tall elephant grass silages: intake, nutrient digestibility, nitrogen balance, ruminal fermentation, and ingestive behavior in sheep. **Tropical Animal Health and Production**, v. 55, n. 2, 2023.
- SOUZA, H. A. et al. Phosphate fertilization in ‘sabiá’ (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.) implantation in crop-forest system in semiarid region. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, v. 17, n. 2, p. 1–7, 2022.
- SOUZA, R. T. A. et al. Dwarf and tall elephant grass genotypes under irrigation as forage sources for ruminants: Herbage accumulation and nutritive value. **Animals**, v. 11, n. 8, 2021.
- VALADARES FILHO, S. D. C. et al. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados - BR CORTE**. Viçosa: MG, 2010.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminants**. Ithaca: Cornell University, 1994.
- VILLALBA, J. J.; ATEZ, S.; MACADAM, J. W. Non-fiber Carbohydrates in Forages and Their Influence on Beef Production Systems. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 5, 2021.
- WEISSBACH, F.; HONIG, H. Über die Vorhersage und Steuerung des Gärungsverlaufs bei der Silierung von Grünfütter aus extensivem Anbau. **Landbauforschung Völkenrode**, v. 16, n. 1, p. 7–10, 1996.

YAO, J. et al. Hydrolysable Tannin Supplementation Alters Digestibility and Utilization of Dietary Protein, Lipid, and Carbohydrate in Grass Carp (*Ctenopharyngodon idellus*). **Frontiers in Nutrition**, v. 6, 2019.