



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

THAÍSE VIRGÍNIA FREIRE RAMOS PEIXÔTO

**VALOR NUTRITIVO E ASPECTOS HISTOMORFOLÓGICOS DE
GENÓTIPOS DE CAPIM ELEFANTE DE DIFERENTES PORTES,
SOB IRRIGAÇÃO E DUAS FREQUÊNCIAS DE COLHEITA**

RECIFE

2024

THAÍSE VIRGÍNIA FREIRE RAMOS PEIXÔTO

**VALOR NUTRITIVO E ASPECTOS HISTOMORFOLÓGICOS DE
GENÓTIPOS DE CAPIM ELEFANTE DE DIFERENTES PORTES,
SOB IRRIGAÇÃO E DUAS FREQUÊNCIAS DE COLHEITA**

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

Área de concentração: Zootecnia

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Carneiro Leão de Mello

Coorientadores: Prof. Dr. Márcio Vieira da Cunha
Profa. Dra. Rejane Magalhães de Mendonça Pimentel

RECIFE

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Bibliotecário(a): Suely Manzi – CRB-4 809

P377v Peixôto, Thaíse Virgínia Freire Ramos.
Valor nutritivo e aspectos histomorfológicos de genótipos de capim elefante de diferentes portes sob irrigação e duas frequências de colheita / Thaíse Virgínia Freire Ramos Peixôto. – Recife, 2024.
75 f.; il.

Orientador(a): Alexandre Carneiro Leão de Mello.
Co-orientador(a): Márcio Vieira da Cunha.
Co-orientador(a): Rejane Magalhães de Mendonça Pimentel.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Recife, BR-PE, 2024.

Inclui referências.

1. Capim-elefante. 2. Genótipo. 3. Composição química. 4. Digestibilidade 5. Vegetais - Morfologia. I. Mello, Alexandre Carneiro Leão de, orient. II. Cunha, Márcio Vieira da, coorient. III. Pimentel, Rejane Magalhães de Mendonça, coorient. IV. Título

CDD 636

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

**VALOR NUTRITIVO E ASPECTOS HISTOMORFOLÓGICOS DE GENÓTIPOS DE
CAPIM ELEFANTE DE DIFERENTES PORTES SOB IRRIGAÇÃO E DUAS
FREQUÊNCIAS DE COLHEITA**

THAÍSE VIRGÍNIA FREIRE RAMOS PEIXÔTO

Aprovada em 31/10/2024

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Alexandre Carneiro Leão de Mello
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
(Orientador)

Prof.º Dr.º Aldo Sales Torres
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Dr.º José de Paula Oliveira
Instituto Agrônômico de Pernambuco (IPA)

Profª. Dra. Mércia Virginia Ferreira dos Santos
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

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

BIOGRAFIA

THAÍSE VIRGÍNIA FREIRE RAMOS PEIXOTO, filha de Eduardo Chaves Peixôto e Eva Freire Ramos Peixôto, nasceu em Nazaré da Mata, Pernambuco, em 25 de março de 1988, mas viveu a maior parte de sua infância em Camutanga - PE.

Engenheira agrônoma formada pela Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE e Illinois State University.

Durante a graduação, foi monitora (Disciplina de Plantas Invasoras), extensionista e bolsista no Programa de Iniciação Científica (PIBIC) na área de Forragicultura.

Mestre em Zootecnia pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, na área de concentração em Forragicultura, sob a orientação do Prof. Alexandre Carneiro Leão de Mello, que se estende ao Doutorado.

*A Renan, Rui, Joaquim e Bernardo,
por todo amor do mundo.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por iluminar todos os meus passos e ouvir as minhas preces.

Ao meu marido, Renan, e meus filhos, Rui, Joaquim e Bernardo, por serem meu alicerce e a expressão mais clara do amor de Deus por mim. A meus pais, tios e avós, pelo carinho e cuidado durante todo esse período.

Ao meu orientador, Prof. Alexandre Carneiro Leão de Mello, por todo conhecimento compartilhado, pelo apoio e zelo por tantos anos. Aos meus coorientadores, Profa. Rejane, por todo empenho, incentivo e auxílio e ao Prof. Márcio, MUITO OBRIGADA!

A Vanessa Fitipaldi e Carlos Mendes, por todo suporte recebido e por serem os irmãos que a vida me presenteou. A Profa. Tayara, por todo apoio, e pelos momentos de conversas e cafés tão agradáveis.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – UFRPE que fizeram parte desta trajetória, em especial Profa. Mércia. Gratidão a Cynthia Marino, por estar sempre de prontidão para nos ajudar nas questões burocráticas e todo *staff* do departamento, que o mantém funcionando.

Aos técnicos e funcionários da Fazenda Experimental da UFRPE, gratidão pela colaboração e acolhimento.

Aos colegas do grupo de Forragicultura – UFRPE, Lypson Simões, Elisvaldo Alencar, Janerson Coelho, Géssica Solanna, Dayane Camelo, Natália Viana, Williane Diniz, Antônio Leopoldino, Daniel Bezerra e aos demais. Aos colegas do Departamento de Zootecnia, de maneira geral, que em algum momento estiveram junto comigo nessa etapa.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo ingresso e concessão da bolsa, respectivamente.

Gratidão.

"Para ser grande, sê inteiro

Nada teu

exagera ou exclui.

Sê todo em cada coisa.

Põe quanto és

No mínimo que fazes.

Assim em cada lago a lua toda

Brilha, porque alta vive.”

Fernando Pessoa

RESUMO

O capim elefante apresenta múltiplas funcionalidades em razão de seu elevado potencial de produção de matéria seca, mas é principalmente utilizado para formação de capineiras, podendo ser colhido várias vezes ao ano, dependendo das condições climáticas e práticas agrônômicas. Aspectos do valor nutritivo devem ser considerados visando obter respostas sobre melhores cultivares para condições específicas, no entanto, análise sobre características anatômicas deve ser considerada para resultados mais precisos. O objetivo deste trabalho foi avaliar o valor nutritivo de genótipos de capim elefante de diferentes portes, sob irrigação e duas frequências de corte, bem como identificar e caracterizar a distribuição de células que apresentam parede secundária, com lignina, e a sua implicação a digestibilidade de ruminantes. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no município de Garanhuns – PE. Os tratamentos foram compostos por quatro genótipos de capim elefante (sendo dois de porte alto: Elefante B e IRI 381; e dois de porte baixo: Mott e Taiwan A-146 2.37) e duas frequências de colheita (60 e 90 dias), distribuídos em delineamento casualizado em blocos, em parcelas subdivididas, sendo a parcela principal correspondente às frequências de colheita e, as subparcelas, aos quatro genótipos, avaliados por 32 meses. Foram estimados os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), lignina, carboidratos totais (CT), carboidratos não fibrosos (CNF) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) das frações lâminas foliares + bainha e colmos, separadamente, bem como a análise da estrutura anatômica de genótipos de capim elefante. Os teores de MM, PB, FDN, FDA e CNF em folhas, e MM, PB, FDN, FDA, CT, CNF, em colmos, foram influenciados ($P < 0,05$) pela interação período (seco ou chuvoso) x frequência de colheita. Os maiores teores de extrato etéreo ($24,9 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$), hemicelulose ($375,4 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$) nas lâminas foliares e em colmos na matéria seca ($198,3 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$) ocorreram durante o período chuvoso. No entanto, os maiores teores de carboidratos totais ($814,3 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$) e DIVMS nas lâminas foliares ($682 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$) ocorreram durante o período seco. Os genótipos de porte alto apresentaram ($P < 0,05$), nas lâminas foliares, os maiores teores de FDN e FDA. Em relação ao colmo, o genótipo Mott apresentou os menores teores de FDN ($674,9 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$), FDA ($320,4 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$), lignina ($47,3 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$) e carboidratos não fibrosos ($174,0 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$). A frequência de colheita aos 90 dias influenciou ($P < 0,05$) nos teores da matéria seca ($208 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$), extrato etéreo ($23,8 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$), lignina ($40,6 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$), carboidratos totais ($816,9 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$) das lâminas foliares e do colmo na matéria seca ($208,0 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$). A frequência de colheita afeta mais negativamente a DIVMS do colmo, quando comparada ao porte da planta. Genótipos de porte alto produzem mais fibras, ideais para produção de matéria seca, enquanto os de porte baixo tem maior valor nutritivo. Os colmos dos genótipos Elefante B e IRI – 381 (porte alto), aos 60 e 90 dias, e Taiwan A 146–2.37 (porte baixo), aos 90 dias, mostraram maior quantidade de feixes vasculares, destacando - se por uma maior quantidade de fibras de esclerênquima circundando estes feixes, indicando menor digestibilidade, enquanto o colmo do genótipo Mott (porte baixo) destacou -se pelas menores quantidades destes, tanto aos 60 quanto aos 90 dias de rebrota.

Palavras-chave: *Cenchrus purpureus*, composição química, digestibilidade, micromorfologia

ABSTRACT

Elephant grass has multiple functionalities due to its high potential for dry matter production, but it is mainly used for cut and carry systems and can be harvested several times a year, depending on climate conditions and agronomic practices. Nutritional value aspects should be considered in order to obtain answers about the best cultivars for specific conditions; however, anatomical characteristics analysis should be considered for more accurate results. The objective of this study was to evaluate the nutritional value of different sizes elephant grass genotypes, under irrigation and two cutting frequencies, as well as to identify and characterize cells distribution that present secondary wall, with lignin, and its implication in the ruminants digestibility. The experiment was conducted at the Experimental Farm of the Universidade Federal Rural de Pernambuco, in the municipality of Garanhuns - PE. The treatments consisted of four elephant grass genotypes (two tall sized: Elephant B and IRI 381; and two short sized: Mott and Taiwan A-146 2.37) and two harvest frequencies (60 and 90 days), distributed in a randomized block design, in split plots, with the main plot corresponding to the harvest frequencies and the subplots corresponding to the four genotypes, evaluated for 32 months. The contents of dry matter (DM), mineral matter (MM), ether extract (EE), crude protein (CP), neutral detergent insoluble fiber (NDF), acid detergent insoluble fiber (ADF), lignin, total carbohydrates (TC), non-fibrous carbohydrates (NFC) and in vitro dry matter digestibility (IVDMD) leaf blade + sheath and stem fractions were estimated separately, as well as anatomical structure of elephant grass genotypes analysis. The MM, CP, NDF, ADF and NFC contents in leaves, and MM, CP, NDF, ADF, CT, NFC in stems, were influenced ($P < 0.05$) by the interaction period (dry or rainy) x harvest frequency. The highest contents of ether extract (24.9 g kg⁻¹ DM) and hemicellulose (375.4 g kg⁻¹ DM) in leaf blades and in stems in dry matter (198.3 g kg⁻¹ DM) occurred during the rainy period. However, the highest contents of total carbohydrates (814.3 g kg⁻¹ DM) and IVDMD in leaf blades (682 g kg⁻¹ DM) occurred during the dry period. The tall sized genotypes presented ($P < 0.05$) the highest contents of NDF and ADF in leaf blades. Regarding the stem, the Mott genotype presented the lowest levels of NDF (674.9 g kg⁻¹ DM), ADF (320.4 g kg⁻¹ DM), lignin (47.3 g kg⁻¹ DM) and non-fibrous carbohydrates (174.0 g kg⁻¹ DM). The harvest frequency at 90 days influenced ($P < 0.05$) the levels of dry matter (208 g kg⁻¹ DM), ether extract (23.8 g kg⁻¹ DM), lignin (40.6 g kg⁻¹ DM), total carbohydrates (816.9 g kg⁻¹ DM) of the leaf blades and stem in dry matter (208.0 g kg⁻¹ DM). The harvest frequency affects the IVDMD of the stem more negatively, when compared to the plant size. Tall genotypes produce more fibers, ideal for biomass, while those of short sized have greater nutritional value. The stems of the genotypes Elephant B and IRI-381 (tall sized), at 60 and 90 days, and Taiwan A 146-2.37 (short sized), at 90 days, showed a greater quantity of vascular bundles, standing out for a greater quantity of sclerenchyma fibers surrounding these bundles, indicating lower digestibility, while the stem of the Mott genotype (short size) stood out for the smaller quantities of these, both at 60 and 90 days of regrowth.

Keywords: *Cenchrus purpureus*, chemical composition, digestibility, micromorphology

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2. Valor nutritivo de genótipos de <i>Cenchrus purpureus</i> (Schumach.) Morrone de diferentes portes sob irrigação e frequências de colheita.....	33
Tabela 1. Período experimental, frequências de colheita e respectivos meses nos quais ocorreram os cortes em negrito.....	39
Tabela 2. Efeito de interação entre frequência de colheita x período do ano na composição química das folhas de genótipos de capim elefante, Garanhuns, Pernambuco, Brasil.....	44
Tabela 3. Efeito de interação entre frequência de colheita x período do ano na composição química dos colmos dos genótipos de capim elefante, Garanhuns, Pernambuco, Brasil.....	45
Tabela 4. Interação entre genótipo e frequência de colheita no teor de DIVMS da lâmina foliar e colmo de capim elefante, Garanhuns, Pernambuco, Brasil.....	46
Tabela 5. Interação entre genótipo e período do ano no teor de digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS) (g kg^{-1}) do colmo de capim elefante, Garanhuns, Pernambuco, Brasil.....	46
Tabela 6. Efeito da frequência de colheita (60 e 90 dias) na composição química (g kg^{-1}) dos componentes morfológicos (folha e colmo) de genótipos de capim elefante, Garanhuns, Pernambuco, Brasil.....	47
Tabela 7. Efeito do genótipo de capim elefante na composição química (g kg^{-1}) do colmo	50

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1. REVISÃO DE LITERATURA.....	18
Figura 1. Acúmulo de forragem por colheita (A) e anual (B) de genótipos de capim elefante cultivado em monocultivo, Carpina-PE. Adaptado de Silva et al. (2023).....	22
CAPÍTULO 2. Valor nutritivo de genótipos de <i>Cenchrus purpureus</i> (Schumach.) Morrone de diferentes portes sob irrigação e frequências de colheita.....	
	32
Figura 1. Localização geográfica da Fazenda Experimental da UFRPE, Garanhuns-PE	37
Figura 2. Balanço hídrico sequencial, precipitação e temperatura média de setembro de 2019 a maio de 2022, Fazenda Experimental da Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE, Garanhuns-PE.....	38
Figura 3. Croqui da área experimental e disposição dos genótipos em campo, Garanhuns-PE. M: Mott, T: Taiwan, B: Elefante B e I: IRI-381	41
Figura 4. Efeito do período do ano nos teores de matéria seca do colmo (A) e hemicelulose das folhas (B) de genótipos de capim elefante; em Garanhuns, Pernambuco, Brasil.....	47
Figura 5. Efeito do período do ano no teor de extrato etéreo (EE-A) e carboidratos totais (CT-B) em folhas de genótipos de capim elefante; Garanhuns, Pernambuco, Brasil.	48
Figura 6. Efeito de genótipo no teor de FDN nas folhas capim elefante, durante o período experimental, Garanhuns, Pernambuco, Brasil.....	49
Figura 7. Teor de FDA em folhas de genótipos de capim elefante, durante o período experimental.....	49
Figura 8. Efeito do período do ano no conteúdo de digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS) da folha em genótipos de capim elefante, Garanhuns-PE.	51

CAPÍTULO 3. Micromorfologia de folha e colmo de genótipos de capim elefante.....61

Figura 1. Estrutura anatômica da folha de clones de capim elefante, de porte alto, Elefante B e IRI – 381, e de porte baixo, Mott e Taiwan A 146–2.37, aos 60 e 90 dias de rebrota. Março/2020 Barras: 20 μm66

Figura 2. Estrutura anatômica no colmo de clones de capim elefante, de porte alto, Elefante B e IRI – 381, e de porte baixo, Mott e Taiwan A 146 - 2.37, aos 60 e 90 dias de rebrota. Março/2020. Barras: 200 μm66

Figura 3. Estrutura anatômica da folha de clones de capim elefante, de porte alto, Elefante B e IRI – 381, e de porte baixo, Mott e Taiwan A 146 - 2.37, aos 60 e 90 dias de rebrota. Março/2021. Barras: a,b,d-h = 200 μm ; c = 200 μm67

Figura 4. Estrutura anatômica no colmo de clones de capim elefante, de porte alto, Elefante B e IRI – 381, e de porte baixo, Mott e Taiwan A 146 - 2.37, aos 60 e 90 dias de rebrota. Março/2021. Barras: a,d,f,g = 200 μm ; b,c,e,h = 200 μm67

Figura 5. Estrutura anatômica da folha de clones de capim elefante, de porte alto, Elefante B e IRI – 381, e de porte baixo, Mott e Taiwan A 146 - 2.37, aos 60 e 90 dias de rebrota. Maio/2022. Barras: a,e-h = 150 μm ; b-d = 200 μm68

Figura 6. Estrutura anatômica no colmo de clones de capim elefante, de porte alto, Elefante B e IRI – 381, e de porte baixo, Mott e Taiwan A 146 - 2.37, aos 60 e 90 dias de rebrota. Maio/2022. Barras: a = 200 μm ; b-h = 200 μm68

Figura 7. Vista transversal do colmo do genótipo Taiwan A 1.46 – 2.37, aos 90 dias da rebrota, com seta apontando fibras de esclerênquima e linha tracejada circundando um feixe vascular. Barra: 200 μm71

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1. Revisão de Literatura	18
1. Histórico do capim elefante	18
2. Características gerais do capim elefante	19
3. Formas de utilização do capim elefante na agropecuária brasileira	20
4. Características de genótipos de capim elefante	21
5. Valor nutricional de genótipos de capim elefante	22
6. Aspectos histológicos vs. valor nutritivo de capim elefante	23
7. Frequência de colheita vs. valor nutricional de genótipos de capim elefante	24
CAPÍTULO 2. Valor nutritivo de genótipos de <i>Cenchrus purpureus</i> (Schumach.) Morrone irrigados de diferentes portes e frequências de colheita	32
Resumo	33
1. Introdução	35
2. Material e Métodos	36
3. Resultados	43
4. Discussão	52
5. Conclusões	55
6. Referências	56
CAPÍTULO 3. Micromorfologia de folha e colmo de genótipos de capim elefante	61
Resumo	63
1. Introdução	64
2. Material e Métodos	65
3. Resultados	67
4. Discussão	70
4. Conclusões	73
5. Referências	73

1. INTRODUÇÃO GERAL

Com o crescimento da população mundial, tem também aumentado a demanda por alimentos e as questões acerca dessa problemática. A *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) reporta que cerca de 733 milhões de pessoas passaram fome em 2023, com acesso restrito a alimentos e, sendo assim, uma das possíveis ações a serem tomadas para suprir essa demanda futura é aumentar a produtividade das culturas. Em se tratando de produção de alimentos de origem animal, o aumento de produtividade das plantas forrageiras torna-se imperativo dentro dos sistemas de produção.

O uso de capineira como estratégia de alimentação de ruminantes no Brasil desempenha um papel fundamental na produção pecuária (GUERRA et al., 2022). As capineiras, compostas principalmente de gramíneas tropicais, são uma fonte abundante e acessível de forragem para os animais. Dentre essas gramíneas, o capim elefante [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone, syn. *Pennisetum purpureum* Schumach.] destaca-se como uma escolha popular, devido, principalmente, à elevada produtividade e adaptação a maior parte das condições climáticas brasileiras (ORDOÑEZ et al., 2022). No entanto, a eficácia dessa estratégia alimentar, dos pontos de vista produtivo, qualitativo e de persistência, depende de fatores como o tipo (genótipo e porte) de capim elefante utilizado, adaptação às condições do meio e do manejo adotado.

O capim elefante é uma espécie forrageira comumente utilizada em regiões tropicais e subtropicais no Brasil, sendo considerada uma planta importante na produção de ruminantes (PEREIRA et al., 2021). Essa espécie apresenta genótipos variáveis, sendo possível observar materiais de porte alto e baixo, este último conhecido vulgarmente como “anão”. A escolha do porte apropriado depende das necessidades quantitativas e nutricionais do rebanho e das condições de manejo possíveis, ofertadas pelo produtor. A depender da idade de corte e do porte do genótipo, por exemplo, podem apresentar maior proporção de folhas em relação a colmos ou o inverso (LEAL et. al., 2020).

De acordo com a morfologia da planta, os genótipos de capim elefante são classificados em cinco grupos: Cameroon, Napier, Merker, Anão e Híbridos Específicos (PEREIRA et al., 2021). O desenvolvimento de pesquisas utilizando esses genótipos tem como objetivo otimizar as características de interesse para a produção animal, visando maior conhecimento a respeito da genética dos cultivares e, conseqüentemente, maior potencial para atender suas exigências ambientais de forma mais específica, aumentando o valor fenotípico. Dessa forma, é possível

recomendar com maior precisão genótipos de maior potencial para cada tipo de manejo e região onde serão explorados.

Nesse contexto, um aumento na eficácia do uso de capineira na alimentação de ruminantes pode ser alcançada por meio do maior atendimento possível dos requerimentos nutricionais dos animais (considerando espécie, categoria, aptidão e metas zootécnicas), via avaliação cuidadosa do valor nutritivo da forragem produzida. Essas análises fornecem informações detalhadas, permitindo aos produtores ajustar a dieta para obtenção de maior rendimento produtivo dos animais (FEITOSA, 2022).

A análise histológica da forragem, por sua vez, traz informações sobre proporção e arranjo espacial dos tecidos, podendo ser correlacionada à digestibilidade e potencial de uso da forragem produzida. A associação dessas análises desempenha um papel crítico no sucesso da produção, uma vez que, com informações mais precisas acerca do valor nutritivo da forragem produzida, no que tange à composição química, digestibilidade e energia, é possível adequar os custos com alimentação, maximizar a rentabilidade da produção animal, contribuindo para a sustentabilidade e a competitividade do setor agropecuário (PEIXOTO et al, 2023).

As diferentes idades de corte mais comumente aplicadas ao capim elefante estão correlacionadas a dois fatores principais de interesse, maior qualidade (60 dias) ou maior produtividade (90 dias), sem prejuízo para a eficiência fotossintética e a persistência da comunidade de plantas (SBRISSIA et al., 2010). Todavia, é preciso considerar também as diferenças morfológicas e histológicas entre os diferentes genótipos e ambientes distintos.

A hipótese do presente trabalho foi que, genótipos de capim elefante de diferentes portes, sob irrigação e diferentes frequências e épocas de colheita podem apresentar diferentes respostas para valor nutritivo e aspectos anatômicos. Sendo assim, o objetivo foi avaliar o efeito da frequência de colheita (60 e 90 dias) sobre o valor nutritivo e aspectos anatômicos de genótipos de capim elefante de portes baixo e alto, sob irrigação ao longo de 32 meses de avaliação.

CAPÍTULO 1

Revisão de Literatura

1. REVISÃO DE LITERATURA

1 Histórico do capim elefante [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone]

O capim elefante é uma espécie originária da África, com ocorrência natural em vários países desse continente. A primeira classificação taxonômica dessa espécie ocorreu em 1827, descrito como *Pennisetum purpureum* Schumach (TCACENCO; BOTREL, 1997) e, a partir de 2016, foi reclassificado como *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone (PEREIRA et al., 2016; VIDAL et al., 2017). Porém, após o reconhecimento como potencial planta forrageira, no início do século XX, o Coronel Napier de Bulawayo, Zimbábue, recomendou a exploração do capim como espécie forrageira ao Departamento de Agricultura da Rodésia, atual *Department of Agricultural Research & Extensions Services of Zimbabwe*, sendo avaliado com sucesso por volta de 1910. A partir desse ano, ocorreu a difusão dessa planta em países do trópico úmido (BOGDAN, 1977; BRUNKEN, 1977).

O primeiro relato de introdução dessa espécie no continente americano ocorreu nos Estados Unidos em 1913, sendo conhecido como Napier, em homenagem ao Coronel Napier, considerado o descobridor do capim elefante (BURTON, 1944). Posteriormente, em 1917, foi implantado em Cuba; chegando ao Brasil em 1920, com as primeiras implantações nos estados do Rio Grande do Sul e São Paulo, através de mudas oriundas dos Estados Unidos e Cuba, respectivamente (GRANATO, 1924; JAUHAR, 1981; FARIA, 1993). Após 1924, o Ministério da Agricultura implementou um plano para difusão das cultivares oriundas do exterior para os demais estados brasileiros, inicialmente chegando em Pernambuco as cultivares Elefante A e Elefante B, os quais pertencem aos grupos Napier e Merker, respectivamente (OTERO, 1952; COELHO et al., 1966; PEREIRA et al., 2001). Essas cultivares foram as primeiras avaliadas pelo Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), que possui um banco de germoplasma desta espécie, com aproximadamente 800 acessos.

A partir de 1990, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA iniciou o programa de melhoramento genético do capim elefante na Região Sudeste do Brasil, visando o desenvolvimento e seleção de cultivares para exploração em capineira e para pastejo. O banco de germoplasma do capim elefante (BAGCE) possuía mais de 100 acessos, os quais foram introduzidos em diferentes regiões do Brasil e do mundo (PEREIRA et al., 2008). Com o avanço e intensificação dos trabalhos de melhoramento genético do capim elefante, nos últimos anos foram introduzidos no mercado duas cultivares de capim elefante, sendo uma de porte baixo (BRS Kurumi) e outra de porte alto (BRS Capiaçú), sendo o de porte baixo recomendado

para pastejo e o de porte alto para produção de silagem ou forragem verde picada no cocho (PEREIRA et al., 2017).

2. Características gerais do capim elefante

O *C. purpureus* é uma gramínea perene, de hábito de crescimento cespitoso, com altura podendo atingir até 6,0 m, quando em crescimento livre, touceiras, colmos eretos com 15 a 25 nós, cilíndricos, glabros e cheios. Os entrenós variam de 15 a 20 cm de comprimento, com diâmetro de até 2,5 cm. Suas folhas alcançam até 1,25 m de comprimento e 4,0 cm de largura. A inflorescência terminal é do tipo panícula primária e terminal, arroxeadas, compacta e cilíndrica, com comprimento variando de 10 a 30 cm e diâmetro de 1,5 a 3,0 cm. A raque da panícula é pubescente, densamente florida com espiguetas de cerdas longas, isoladas ou em grupos; as flores são monoicas; a primeira gluma é mais curta que a espiguetas, podendo ser pequena e até ausente. A segunda gluma é mais curta ou igual ao lema fértil, incluindo a pálea. As sementes ou cariopses são muito pequenas e, após a maturação, destacam-se facilmente da panícula, dificultando a colheita (PEREIRA et al., 2021).

Os cruzamentos ocorrem entre plantas do mesmo genótipo, uma vez que a propagação é vegetativa, resultando em sementes produzidas por autofecundação. Essas sementes são consideradas inadequadas para propagação (HANNA et al., 2004), devido à baixa taxa de germinação e ao desenvolvimento de plantas com baixo vigor. O capim elefante é plantado através de propagação vegetativa, pois a vantagem desta técnica é que os genótipos superiores obtidos a partir dos cruzamentos podem ser fixados e propagados, mantendo permanentemente a constituição genotípica (ROSA et al., 2019).

Em relação à produção de forragem, por ser uma gramínea C₄, apresenta alta eficiência na fixação de CO₂ atmosférico, contribuindo para seu rápido crescimento e elevada produtividade (SILVA et al., 2023). A faixa de produtividade do capim elefante é bem ampla. Pereira et al. (2016) reportaram que três cortes anuais do cv. BRS Capiaçú, por exemplo, atingiram valores de 300 t ha⁻¹ ano⁻¹ de massa verde, enquanto Silva et al. (2023) obtiveram produção de 22 t de MS ha⁻¹ ano⁻¹ para o genótipo Elefante B. Em outro estudo, Araújo et al. (2011), avaliando o genótipo Mott sob frequência de colheita de 42 dias, obtiveram taxa de acúmulo de forragem de 113 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹, com precipitação total de 951 mm durante o período experimental de aproximadamente 12 meses.

O capim elefante é uma forrageira adaptada à ampla variação de condições edafoclimáticas das regiões tropicais e subtropicais (PEREIRA et al., 2017; MONÇÃO et al., 2020). No aspecto de eficiência de aproveitamento do nitrogênio, por meio da adubação

nitrogenada, por exemplo, Martuscello et al. (2016) reportaram que com o aumento das doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de N, fonte ureia), com três aplicações, constatou-se maior produção de massa seca das lâminas foliares e massa seca de colmo, relatando que plantas adubadas com maior dose de nitrogênio obtiveram maior acúmulo de matéria seca total.

3. Formas de utilização do capim elefante na agropecuária brasileira

O capim elefante pode ser utilizado para múltiplas finalidades. Devido ao seu elevado potencial de produção de forragem, o capim elefante é utilizado principalmente para formação de capineiras (PEREIRA et al., 2021; SÁNCHEZ-GUERRA et al., 2024), podendo ser colhido várias vezes ao ano, dependendo das condições climáticas e práticas agronômicas (SÁNCHEZ-GUERRA et al., 2024), sendo importante para manutenção de altos níveis de produtividade animal (SILVA et al., 2011). No entanto, um dos aspectos que precisa ser levado em consideração para uso do capim elefante em capineira é o valor nutricional da forragem colhida (ALENCAR et al., 2023). Alguns genótipos de porte baixo, como Mott e Taiwan A-146 2.37, são recomendados para exploração em sistema como este, por apresentarem valor nutricional superior aos de porte alto, tais como Elefante B e IRI-381 (SILVA et al., 2021b; SOUZA et al., 2021), o que favorece a colheitas de menor quantidade de forragem para atendimento das necessidades nutricionais dos animais.

Silva et al. (2021a) avaliaram quatro genótipos de capim elefante (dois de porte alto e dois de porte baixo) e relataram que os de porte baixo (Mott e Taiwan A146 2.37) proporcionaram maior consumo de matéria seca, ganho de peso e retenção de nitrogênio, além de maior produção e eficiência da síntese de proteína microbiana, quando comparado aos ovinos alimentados com cultivares de porte alto (Elefante B e IRI-381).

O capim elefante também pode ser manejado sob corte ou pastejo (GOMIDE et al., 2015; MARANHÃO et al., 2018; RIBEIRO et al., 2022). O excedente da produção de forragem pode ser utilizado para conservação de volumoso através das formas de feno e silagem (GIMENES et al., 2016; PEREIRA et al., 2016; PEREIRA et al., 2021), conforme o genótipo adequado para cada manejo e região. Outra forma de utilização que vem crescendo nos últimos anos é para a produção de energia (WU et al., 2020). Coelho et al. (2022), em estudos para caracterização do potencial energético do caldo do capim elefante para a produção de biogás, observaram que a energia residual presente no caldo obtido pela moagem da planta forrageira, configura-se como alternativa viável para produzir gases combustíveis via fermentação anaeróbica.

Essa gramínea tem sido utilizada também em consórcio com a leguminosa cunhã (*Clitoria ternatea* L.) com resultados promissores sob corte (LEMOS et al., 2021; SILVA et al., 2021b; SALES-SILVA et al., 2023; SILVA et al., 2023), visto que essa leguminosa herbácea pode fornecer até 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ através da fixação biológica de nitrogênio (TRAILL et al., 2018). Costa et al. (2021), por exemplo, avaliando silagens de genótipos de capim elefante consorciados com cunhã verificaram que essa leguminosa não influencia negativamente no perfil fermentativo do alimento e aumenta a quantidade de proteína bruta no alimento total.

4. Características de genótipos de capim elefante

O capim elefante apresenta ampla variabilidade genética entre seus genótipos, a qual reflete em características morfológicas, reprodutivas, agrônômicas e bromatológicas diversas (ROSSI et al., 2017; VIDAL et al., 2024). Tal variabilidade torna esse capim uma das principais gramíneas forrageiras cultivadas em regiões de clima tropical (PEREIRA et al., 2021), podendo promover também alta versatilidade no uso e aplicação, além da melhor seleção de genótipos adaptados para diferentes condições edafoclimáticas.

Pereira et al. (2001) classificaram os genótipos de capim elefante em cinco grupos, com base em características morfológicas, sendo eles: Cameroon, Napier, Merker, Anão e Híbridos:

- **Cameroon:** dispõem de exemplares com crescimento ereto, touceiras densas, colmos grossos, elevado número de perfilhos basais, folhas largas e florescimento mais tardio; Ex.: Cameroon, Piracicaba, IRI-381 e BRS Capiacu;
- **Napier:** touceiras abertas, colmos grossos, folhas alongadas, florescimento intermediário; Ex.: Napier, Mineiro e Taiwan A-146;
- **Merker:** colmos finos, folhas finas e numerosas, florescimento precoce. Ex.: Merker e Merkeron;
- **Anão:** porte baixo, entrenós curtos, com alta relação folha:colmo. Ex.: Mott, Taiwan A – 146 2.37 e BRS Kurumi;
- **Híbridos:** obtidos de cruzamentos intraespecíficos (entre cultivares ou variedades) ou interespecíficos (entre espécies), apresentam florescimento precoce, morfologia e características químicas intermediárias entre progenitores. Ex.: Mineiro x 23A, Mineiro x 293DA, Hexaplóide, Paraíso, HV-241.

Os genótipos de porte alto apresentam maior produtividade de forragem (Figura 1), que está relacionada às características como alongamento do colmo e alta proporção deste

componente morfológico na forragem colhida (VIANA et al., 2015), bem como maiores percentuais de material senescente (SILVA et al., 2021b). Os genótipos de porte baixo apresentam maior relação folha/colmo, colmos menos lignificados e maior valor nutritivo, sendo considerados também para corte ou pastejo (PEIXOTO, 2018; VIANA et al., 2018; SILVA et al., 2023).

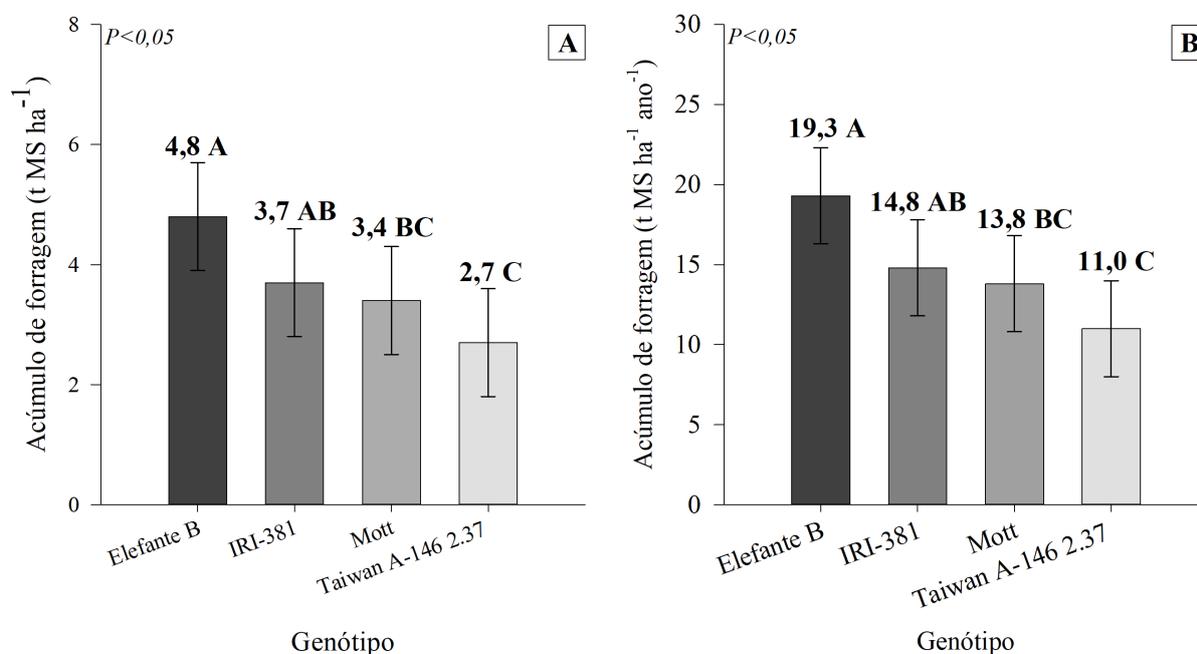


Figura 1. Acúmulo de forragem por colheita (A) e anual (B) de genótipos de capim elefante cultivado em monocultivo, Carpina-PE. Adaptado de Silva et al. (2023).

5. Valor nutricional de genótipos de capim elefante

A composição químico-bromatológica e a digestibilidade da forragem podem ser influenciadas por fatores químicos, físicos e estruturais da planta forrageira, assim como por fatores ambientais, de manejo e das condições edafoclimáticas de cada região (PEREIRA et al., 2022; SÁNCHEZ-GUERRA et al., 2024).

Em revisão de literatura, Sánchez-Guerra et al. (2024) reportaram teores de matéria seca (MS; %) de $20,08 \pm 5,06$; proteína bruta (PB) de $6,41 \pm 1,97$; extrato etéreo $2,43 \pm 1,11$; fibra em detergente neutro (FDN) de $72,42 \pm 4,44$; fibra em detergente ácido (FDA) de $46,04 \pm 6,58$; cinzas de $11,09 \pm 3,33$; carboidratos solúveis de $7,47 \pm 4,06$, lignina de $10,57 \pm 3,78$ e nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) de $29,30 \pm 4,25$ em capim elefante. Porém, o valor nutritivo pode variar com a variedade (SILVA et al., 2021) e a idade de colheita (DIOS-LEÓN et al., 2022; SILVA et al., 2023). O capim elefante, quando colhido em idades adequadas, apresenta teores de FDN satisfatórios para o funcionamento do rúmen (HERRERA

et al., 2008; MENDOZA-GRIMÓN et al., 2016). No entanto, em idades mais avançadas, possivelmente apresentam maiores teores de matéria seca e os elevados níveis de FDN e lignina, o que pode reduzir a digestibilidade da forragem (FERREIRA et al., 2019; DIOS-LEÓN et al., 2022; SÁNCHEZ-GUERRA et al., 2024).

Souza et al. (2021) compararam diferentes genótipos de capim elefante em condições de sequeiro e sob irrigação no Agreste de Pernambuco. Os autores observaram que o Mott apresentou menor teor de FDN ($589 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$) do que o Taiwan A-146 2.37 ($598 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$), genótipo também de porte baixo, e os genótipos de porte alto (Elefante B e IRI-381), com média de $668 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$. Além disso, os colmos de todos os genótipos apresentaram menores coeficientes de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS; $378 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$), quando cultivados em sequeiro, na época chuvosa. Os autores observaram ainda que as folhas dos genótipos irrigados acumularam mais carboidratos ($160 \text{ g kg}^{-1} \text{ CHO}$) do que aquelas em sequeiro ($122 \text{ g kg}^{-1} \text{ CHO}$), o que pode refletir no valor nutritivo da planta, uma vez que para seu crescimento é necessário consumo de carboidratos não estruturais. Os autores sugeriram que os genótipos anões se mostraram como promissores para utilização sob a forma de capineira, sob irrigação, visando a redução da estacionalidade de produção de forragem durante o período seco da região.

Peixoto et al. (2023) observaram que a DIVMS da forragem do capim elefante foi maior nas folhas ($699 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$), em relação aos colmos ($678 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$), independente do porte da planta, enquanto Ribeiro (2019) observou maiores teores de carboidratos não fibrosos na base do colmo do capim Mott ($248 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$), em comparação ao de porte alto IRI-381 ($200 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$).

6. Aspectos histológicos vs. valor nutritivo de capim elefante

O valor nutritivo das plantas é fortemente influenciado pela quantidade e arranjo dos diferentes tipos de tecidos e espessura da parede celular (CARVALHO; PIRES, 2008), sendo a lignina o principal componente da fibra que limita a digestão dos carboidratos da parede celular pelos microrganismos ruminais (JUNG; ALLEN, 1995). Avaliar as mudanças fisiológicas, anatômicas e morfológicas nas plantas é crucial para a escolha de forrageiras e práticas de manejo que assegurem um sistema produtivo eficiente, que permita a colheita de forragem de alto valor nutritivo (GOBBI et al., 2011). No entanto, a maioria dos estudos foca somente na composição da parede celular, não observando a distribuição dos tecidos na planta.

Em relação ao aspecto histológico, os genótipos de capim elefante de porte baixo possuem menor área ocupada por feixes vasculares nas folhas, com menor área ocupada por

células lignificadas no mesofilo e maior distância entre a epiderme e os feixes vasculares, apresentando uma maior área ocupada por parênquima (PEIXOTO et al., 2023), tornando-se mais digestível para os animais. Sanchês et al. (2018) reportaram que genótipos de capim elefante de porte alto apresentam colmos mais espessos, devido à maior espessura da parede celular, particularmente nos vasos lignificados do xilema, nos feixes vasculares, e nas fibras de esclerênquima, responsáveis pela sustentação física da planta. Peixoto et al. (2023) observaram que a área transversal ocupada por feixes vasculares e células lignificadas foi maior no Elefante B ($49.911 \mu\text{m}^2$ e $35.895 \mu\text{m}^2$), de porte alto, em comparação aos genótipos de porte baixo (Mott e Taiwan A-146 3.27).

Ferreira et al. (2013) avaliaram características anatômicas de genótipos de capim elefante cultivados em São Bento do Una - PE, durante a estação seca, e observaram diferenças entre os genótipos avaliados. Os valores médios de células lignificadas na região do córtex variaram entre 2,21% e 4,21%, para os genótipos Taiwan-146-2.6 e Roxo de Botucatu X CAC-282-18.29, respectivamente. O clone II-Itambé 2.46 destacou-se com o maior valor absoluto de percentagem de floema na região cortical (2,32%) e apresentou um valor significativamente elevado na região medular (1,59%), em comparação aos outros clones. 11,06%). Os resultados mostraram que, aos 49 dias, as espécies apresentaram maiores proporções de esclerênquima + tecido vascular lignificado, o que diminuiu, consideravelmente, a digestibilidade.

À medida que a planta se desenvolve, novas células são produzidas e o grande lignificação nas paredes celulares secundárias aumenta, fazendo com que as partes da planta se tornem menos digeríveis pelos ruminantes.

7. Frequência de colheita vs. valor nutricional de genótipos de capim elefante

A frequência de colheita é crucial para equilibrar o acúmulo de forragem com um valor nutritivo satisfatório. No Brasil, recomenda-se, de forma geral, que a colheita do capim elefante manejado sob corte, ocorra entre 60 e 90 dias de rebrota (VALADARES FILHO et al., 2016). Nessa fase, a planta atinge entre 150 e 400 cm de altura, considerando a ampla diversidade de genótipos de diferentes portes, destacando-se o cultivar BRS Capiçu, conhecido por sua elevada taxa de crescimento (LIRA et al., 2010; PEREIRA et al., 2017).

As respostas químico-bromatológicas de diferentes genótipos podem ser afetadas pela frequência de colheita (ALENCAR et al., 2023). Além disso, o aumento do intervalo de colheita implica a obtenção de volumosos com teores de proteína, matéria mineral e digestibilidade da forragem reduzidos, além do aumento nos percentuais da fibra (LOUGLAWAN et al., 2014; FERREIRA et al., 2018).

No Agreste de Pernambuco, Souza et al. (2021) reportaram que os genótipos de porte baixo Mott e Taiwan A-146 2.37 apresentaram menor produção de matéria seca, quando comparado aos de porte alto, no entanto, o Mott apresentou elevada relação folha/colmo. Além disso, as folhas de Mott apresentaram também menores teores de FDN e maiores teores de PB e DIVMS (RIBEIRO; GOMIDE; PACIULLO, 1999). Em outro estudo, Araújo et al. (2011) avaliaram características qualitativas de genótipos de capim elefante anão (CNPGL 00-1-3, CNPGL 94-34-3, CNPGL 92-198-7, CNPGL 99-117-3, CNPGL 00-1-5 e Mott) sob diferentes frequências de colheita (14, 28, 42, 56, 70 e 84 dias). Os autores reportaram redução acentuada dos teores de PB a partir dos 42 dias, relacionado ao aumento da idade das plantas, porém, permanecendo superior a 7%. Os teores de PB variaram de 174,3 a 190,1 g kg⁻¹ MS, aos 14 dias, enquanto aos 84 dias, de 71,1 a 112 g kg⁻¹ MS. Com o avanço da maturidade do capim elefante, o acúmulo de forragem aumenta, mas o valor nutricional reduz, sobretudo em função do aumento progressivo da fração fibrosa da planta (JAIME et al., 2019).

Maiores intervalos de corte correlacionam-se negativamente com o valor nutritivo e a menor frequência de colheita aumenta a produção de biomassa. No entanto, o porte da planta pode ser um indicativo na escolha da frequência de colheita e mais indicada. Genótipos de porte baixo podem ser colhidos com menor frequência de colheita que os de porte alto, que possuem maior alongamento do colmo (ALENCAR et al., 2023) e podem perder mais rapidamente o valor nutritivo.

Araújo et al. (2010) avaliaram a degradação ruminal *in situ* da MS e FDN de genótipos de capim elefante anão (CNPGL 94-34-3, CNPGL 92-128-7 e cv. Mott), submetidos a diferentes frequências de colheita (14, 28, 42, 56, 70 e 84 dias). Foi observada redução da degradabilidade potencial da MS com aumento da maturidade de planta, sendo de 11,4; 12,2 e 17,8% entre os intervalos de corte de 14 a 84 dias, para a cv. Mott e os genótipos CNPGL 94-34-3 e CNPGL 92-198-7, respectivamente, associando a maior redução de degradabilidade à maior proporção de colmo do genótipo avaliado.

Peixoto et al. (2023) avaliaram a composição química de lâminas foliares e colmos de genótipos de porte alto (Elefante B e IRI- 381) e de porte baixo (Taiwan A-146 2.37 e Mott), colhidos a cada 60 dias, observaram que, além de genótipos de porte baixo apresentarem maior relação lâmina foliar/colmo, apresentam menores teores de componentes fibrosos, com 316,0 g kg⁻¹ FDN, 670,0 g kg⁻¹ FDA, enquanto os de porte alto apresentam 344,0 g.kg⁻¹ FDA, 697,0 g.kg⁻¹ FDN. A autora destacou maior potencial de aproveitamento da PB nos genótipos de porte baixo, o que pode conferir vantagem aos genótipos anões, quando colhidos sob a forma de

capineira, pois a quantidade de forragem a ser colhida pode ser menor, reduzindo, assim, custo com mão de obra.

Alves et al. (2020) avaliaram três frequências (60, 75 e 90 dias) de colheita para o híbrido Carajás (*Pennisetum purpureum* Schum. x *Pennisetum glaucum* L.) e observaram aumento nos teores de MS e FDN e redução no teor da PB, com a redução da frequência de colheita, tanto para forragem *in natura*, quanto para a silagem e feno produzidos nas diferentes frequências, recomendando o uso do genótipo aos 60 dias. Geren et al. (2020) recomendaram frequência de colheita para produção de silagem da grama rei (*Pennisetum hybridum*), híbrido interespecífico formado entre capim Napier e milheto, de 60 dias, com base nos teores de MS, energia metabolizável e componentes da parede celular.

Diante do exposto, pode-se inferir que o capim elefante apresenta resultados positivos quanto a produção de matéria seca e valor nutritivo para a alimentação de ruminantes, bem como, uma alternativa viável pra uso em sistemas de capineira.

REFERÊNCIAS

- 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**, v. 78, n. 4, p. 480-490, 2023.
- ALVES, F. G. 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.
- ARAÚJO, S. A. C. et al. Produção de matéria seca e composição bromatológica de genótipos de capim-elefante anão. **Archivos de Zootecnia**, v. 60, n. 229, p. 83-91, 2011.
- ARAÚJO, S. A. CARMO et al. Degradação ruminal e estimativa de consumo de genótipos de capim-elefante anão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 18-24, 2010.
- BOGDAN, A.V. **Tropical pastures and fodder plants**. London, United Kingdom: Longman Handbooks, 1977. 475p.
- BRUNKEN, J. N. A systematic study of *Pennisetum* sect. *Pennisetum* (Gramineae). **American Journal of Botany**, v.64, n.2, p.161-176, 1977.
- BURTON, G. W. Hybrids between napier grass and catail millet. **The Journal of Heredity**, v.35, n.1, p.227-332, 1944.
- CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V. Organização dos tecidos de plantas forrageiras e suas implicações para os ruminantes. **Archivos de Zootecnia**, v. 57, p. 13- 28, 2008.
- COELHO, F., DONATO, T., da SILVA, G. H., OTENIO, M., & MACHADO, J. (2022). Caracterização do potencial energético do caldo de capim-elefante para a produção de biogás.

In: **WORKSHOP DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA GADO DE LEITE PIBIC/CNPQ**, 26., 2022, Juiz de Fora. Anais... Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2022.

COELHO, M. et al. Adubação nitrogenada de capim como possível solução ao problema da proteína nos trópicos. **Boletim Técnico IPA**, Recife, 1966. 21p.

COSTA, Ercvania Rodrigues et al. Fubá de milho como aditivo na ensilagem de genótipos de capim-elefante [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone] consorciados com cunhã (*Clitoria ternatea* L.). Dissertação de mestrado. 2021.

DIOS-LEÓN, G. E. de et al. Comportamiento productivo y valor nutricional del pasto *Pennisetum purpureum* cv Cuba CT-115, a diferente edad de rebrote. **Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias**, v. 13, n. 4, p. 1055-1066, 2022.

FARIA, V. P. Evolução no uso do Capim-elefante: uma visão histórica. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 10, 1993. Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 329p., 1993.

FEITOSA, O. S. et al. Forage performance and cattle production as a function of the seasonality of a Brazilian tropical region. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 44, p. e53779, 2022.

FERREIRA, A. C. H. et al. In situ degradability of elephant grass ensiled with acerola by-product. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 5Sup11, p. 2427-2438, 2019.

FERREIRA, E.A. et al. Cutting ages of elephant grass for chopped hay production. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 48, p. 245-253, 2018.

FERREIRA, G. D. G.; SANTOS, M. V. F; LIRA, M. A. et al. Quantitative characteristics of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum.) clones in the semiarid lands of Pernambuco (Brazil). **Revista Colombiana de Ciências Pecuárias**, v. 26, p. 15-23, 2013.

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.

GIMENES, F.M.A et al. Forage mass and agronomic traits of Elephant grass genotypes under free-growth and conventional cutting systems. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 4, p. 2577-2587, 2016.

GOBBI, K. F. et al. Área foliar específica e anatomia foliar quantitativa do capim braquiária e do amendoim-forrageiro submetidos a sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n.7, p. 1436-1444, 2011.

GOMIDE, C. A. M. et al. Structural traits of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum.) genotypes under rotational stocking strategies. **African Journal of Range & Forage Science**, v. 32, n. 1, p. 51-57, 2015.

GRANATO, L. O. **Capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.)**. São Paulo: Secretaria de Agricultura, 1924. 96p

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.

GUERRA, M. S. S. et al. Características dos Sistemas Produtivos Leiteiros dos assentamentos rurais do município de Euclides da Cunha Paulista/SP, região do Pontal do Paranapanema. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 10, p. e263111032596-e263111032596, 2022.

HANNA, W.W. et al. Perennial pennisetums. **Warm-season (C₄) grasses**, v. 45, p. 503-535, 2004.

HERRERA, R. S. et al. Study of the mineral composition in varieties of *Pennisetum purpureum*. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v. 42, p. 393, 2008.

JAIME, A.; ROSEMBERG, M.; ECHEVARRÍA, M. Efecto de la edad y estación sobre el rendimiento y valor nutritivo del pasto Elephant morado (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum americanum*) en la costa central. **Scientia Agropecuaria**, v. 10, n.1, p. 137-141, 2019.

JAUHAR, P. P. The eternal controversy on the Latin name of pearl millet. **Indian Journal of Botany**, v. 4, p. 1-4, 1981.

JUNG, H. G.; ALLEN, P. R. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. **Journal Animal Science**, v. 73, p. 2774-2790, 1995.

LEAL, V. N. et al. Produção e valor nutritivo de forragem de cultivares de capim-elefante em diferentes períodos de rebrotação. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, p. e41391110025-e41391110025, 2020.

LEMOS, M. F. et al. Grass size and butterfly pea inclusion modify the nutritional value of elephant grass silage. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 56, e02409, 2021.

LIRA, M. A. et al. **Capim-elefante: fundamentos e perspectivas**. Recife, PE: IPA/UFRPE, 2010. 229p.

LOUNGLAWAN, P.; LOUNGLAWAN, W.; SUKSOMBAT W. Effect of cutting interval and cutting height on yield and chemical composition of King Napier grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum americanum*). **APCBEE Procedia**, v. 8, p. 27-31, 2014.

MARANHÃO, T. D. et al. Biomass components of *Pennisetum purpureum* cv. Roxo managed at different growth ages and seasons. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 19, n. 1, p. 11-22, 2018.

MARTUSCELLO, J. A. et al. Características produtivas e fisiológicas de Capim-elefante submetido à adubação nitrogenada. **Archivos de Zootecnia**, v. 65, n. 252, p. 565-570, 2016.

MENDOZA-GRIMÓN, V. et al. Mineral balance and absorption from soil of *Pennisetum* sp at different stages. **International Journal of Environmental & Agriculture Research**, v. 2, n. 19, p. 29-35, 2016.

MONÇÃO, F. P. et al. Productivity and nutritional value of BRS capiaçu grass (*Pennisetum purpureum*) managed at four regrowth ages in a semiarid region. **Tropical Animal Health and Production**, v.52, n.1, p.235-241, 2020.

ORDOÑEZ, M-C.; GALICIA, L.; OLAYA, J. F. C. Evaluation of land use change on an andosol through physicochemical and biological indicators. **Tropical Grasslands-Forrajões Tropicales**, v. 10, n. 1, p. 52-62, 2022.

OTERO, J. R. Capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.). In: OTERO, J. O. **Informações sobre algumas plantas forrageiras**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, p.38-43. 1952.

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**, v. 40, n. 4, p. 325-334, 2023.

PEIXOTO, T. V. F. R. **Valor nutritivo e aspectos anatômicos de clones de *Pennisetum purpureum* Schum. de diferentes portes**. 2018. 76f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Recife-PE.

PEREIRA, A. V et al. Melhoramento genético de *Pennisetum purpureum*. In Resende RMS, Valle CB and Jank L (eds). **Melhoramento de Forrageiras Tropicais**. Campo Grande, Embrapa, 2008. p. 89-116.

PEREIRA, A. V. et al. BRS Capiaçú: cultivar de Capim-elefante de alto rendimento para produção de silagem. Juiz de Fora: **Embrapa Gado de Leite**, p. 1-6, 2016.

PEREIRA, A. V. et al. Elephantgrass, a tropical grass for cutting and grazing. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 16, n. 3, p. 1-13, 2021.

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

PEREIRA, A.V. et al. **Melhoramento de forrageiras tropicais**. In: NASS, L. L et al. Recursos genéticos e melhoramento de plantas. Rondonópolis: Fundação Mato Grosso, 1183p, 2001.

PEREIRA, M. G. et al. Production potential and quality of *Panicum maximum* cultivars established in a semi-arid environment. **Tropical Animal Science Journal**, v. 45, n. 3, p. 308-318, 2022.

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, p. 1194-1202, 1999.

RIBEIRO, R. E. P. **Estabelecimento, respostas produtivas e morfológicas de genótipos de *Pennisetum* sp. de diferentes portes sob corte e irrigação**. 2019. 107f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

RIBEIRO, R. E. P. et al. The genotype does not influence the establishment of elephantgrass (*Pennisetum purpureum* Schum.). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.44, p. e54986, 2022.

RIBEIRO, R. E. P. et al. Water use efficiency and yield responses of *Cenchrus purpureus* genotypes under irrigation. **The Journal of Agricultural Science**, v. 161, n. 4, p. 572-580, 2023.

ROSA, P. P. et al. Características do Capim Elefante *Pennisetum purpureum* (Schumach) e suas novas cultivares BRS Kurumi e BRS Capiaçú. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 25, n. 1/2, p. 70-84, 2019.

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.

SALES-SILVA, T. B. et al. Does the presence of tall or dwarf elephant grass genotypes change the nutritive value of butterfly pea in grass-legume intercrops? . **African Journal of Range & Forage Science**, v. 41, n. 1, p. 49-58, 2024.

SANCHÊS, S. S. C. et al. Quantitative anatomy and in situ ruminal degradation parameters of elephant grass under different defoliation frequencies. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 19, p. 166-177, 2018.

SÁNCHEZ-GUERRA, N. A. et al. Improvements in fermentation and nutritive quality of elephant grass [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone] silages: a review. **Tropical Animal Health and Production**, v. 56, n. 5, p. 1-16, 2024.

SBRISSIA, A. F. et al. Tillering dynamics in palisadegrass swards continuously stocked by cattle. **Plant Ecology**, v.206, p.349-359, 2010

SILVA, J. K. B. 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. 1-14, 2021a.

SILVA, M. A. et al. Rendimento forrageiro e valor nutritivo de clones de *Pennisetum* sob corte, na zona da mata seca. **Archivos de Zootecnia**, v. 60, n. 229, p. 63-74, 2011.

SILVA, J. K. B. 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, p. 1-14, 2021.

SILVA, P. H. F 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, n. 12, p. 1210-1222, 2023.

SILVA, P. H. F. et al. Tall and short-sized elephant grass genotypes: morphophysiological aspects cut-and-carry, and grazing management. **Ciência Rural**, v. 51, p. e20200848, 2021a.

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, p. 2392, 2021.

- TCACENCO, F.A.; BOTREL, M.A. Identificação e avaliação de acessos e cultivares de capim-elefante. In: Carvalho, M.M.; Alvim, M.J.; Xavier, D.F.; Carvalho, L.A. (Eds.). Capim-elefante: produção e utilização. Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1997. pp. 1-30
- TRAILL, S. et al. Tropical forage legumes provide large nitrogen benefits to maize except when fodder is removed, **Crop and Pasture Science**, v. 69, p. 183–193, 2018.
- TSUZUKIBASHI, D.; COSTA, J. P. R.; MORO, F. V. et al. Quantitative anatomy, in vitro digestibility and chemical composition of *Brachiaria brizantha* cultivars. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 39, p. 46-53, 2016.
- VALADARES FILHO, S. C. et al. **BR-CORTE 3.0. Cálculo de exigências nutricionais, formulação de dietas e predição de desempenho de zebuínos puros e cruzados**. 2016. Disponível em: <www.brcorte.com.br>.
- VIANA, B. L. et al. Adaptability and stability analysis for selection of elephantgrass 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, 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, p. 1428-1433, 2017.
- VIDAL, A. K. F. et al. Productive performance of elephant grass clones from full-sib families in an advanced stage of breeding. **Bragantia**, v. 83, p. e20230198, 2024.
- 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, p. 1428-1433, 2017.
- WOODARD, K. R.; PRINE, G. M. Forage yield and nutritive value of elephantgrass as affected by harvest frequency and genotype. **Agronomy jJournal**, v. 83, n. 3, p. 541-546, 1991.
- WU, P. et al. Effects of fermentative and non-fermentative additives on silage quality and anaerobic digestion performance of *Pennisetum purpureum*. **Bioresource Technology**, v. 297, p. 122425, 2020.

CAPÍTULO 2

**Valor nutritivo de genótipos de *Cenchrus purpureus* (Schumach.)
Morrone de diferentes portes sob irrigação e frequências de colheita**

Valor nutritivo de genótipos de *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone de diferentes portes irrigados sob irrigação e frequências de colheita

RESUMO

O cultivo de capineiras com capim elefante [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone], é uma alternativa para a deficiência de forragem no período seco, devido à sua qualidade nutricional, aceitabilidade pelos animais, alto rendimento forrageiro e capacidade de rebrota. Além disso, a escolha do genótipo e a frequência de colheita são estratégias de manejo que podem melhorar a produção e o valor nutritivo. Assim, objetivou-se avaliar o valor nutritivo de genótipos de capim elefante de diferentes portes sob irrigação e frequências de colheita em diferentes épocas do ano. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da UFRPE, Garanhuns-PE, Brasil. O período experimental foi entre setembro/2019 a maio/2022. Os tratamentos consistiram de quatro genótipos capim elefante (sendo dois de porte alto, Elefante B e IRI 381 e, dois de porte baixo, Mott e Taiwan A-146 2.37) e duas frequências de colheita (60 e 90 dias), distribuídos em delineamento casualizado em blocos, em parcelas subdivididas, com quatro repetições. A parcela principal correspondeu às frequências de colheita e, as subparcelas, aos quatro genótipos. Os maiores teores de proteína bruta (109,9 vs. 89,1 g kg⁻¹ MS) ocorreram durante o período chuvoso e seco sob a frequência de colheita de 60 dias. Os maiores teores de extrato etéreo (24,9 g kg⁻¹ MS), hemicelulose (375,4 g kg⁻¹ MS) nas lâminas foliares e em colmos na matéria seca (198,3 g kg⁻¹ MS) ocorreram durante o período chuvoso. No entanto, os maiores teores de carboidratos totais (814,3 g kg⁻¹ MS) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) nas lâminas foliares (682 g kg⁻¹ MS) ocorreram durante o período seco. Os genótipos de porte alto apresentaram (P<0,05) nas lâminas foliares os maiores teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). Em relação ao colmo, o genótipo Mott apresentou os menores teores de FDN (674,9 g kg⁻¹ MS), FDA (320,4 g kg⁻¹ MS), lignina (47,3 g kg⁻¹ MS) e carboidratos não fibrosos (174,0 g kg⁻¹ MS). A frequência de colheita aos 90 dias influenciou (P<0,05) nos teores da matéria seca (208 g kg⁻¹ MS), extrato etéreo (23,8 g kg⁻¹ MS), lignina (40,6 g kg⁻¹ MS), carboidratos totais (816,9 g kg⁻¹ MS) das lâminas foliares e do colmo na matéria seca (208,0 g kg⁻¹ MS). Além disso, a DIVMS da folha é menor em IRI-381 (653 g kg⁻¹ MS) e do colmo em Mott (649 g kg⁻¹ MS) sob frequência de colheita aos 60 dias. Colheitas a cada 60 dias melhoram o teor de proteína e digestibilidade, especialmente nas folhas, enquanto colheitas a cada 90 dias aumentam fibras e carboidratos, o que pode ser vantajoso em condições de seca ou em sistemas que priorizem o acúmulo de forragem. A frequência de colheita afeta mais negativamente a DIVMS do colmo, quando comparada ao porte da planta. Genótipos de porte alto produzem mais fibras, ideais para biomassa, enquanto os de porte baixo tem maior valor nutritivo. No entanto, o genótipo de porte baixo Taiwan A. 146-2.37 apresenta resultados similares aos genótipos de porte alto.

Palavras-chave: Capineira, composição química, porte, gramínea tropical.

ABSTRACT

The cultivation of elephant grass stands, using elephant grass [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone], is an alternative to address forage shortages during the dry season due to its nutritional quality, animal acceptability, high forage yield, and regrowth capacity. Moreover, the choice of genotype and cutting frequency are management strategies that can enhance production and nutritional value. Thus, the objective was to evaluate the nutritional value of different-sized elephant grass genotypes under two harvest frequencies in two periods of the year. The experiment was conducted at the Experimental Farm of UFRPE, Garanhuns-PE, Brazil. The experimental period spanned from September 2019 to May 2022. The treatments consisted of four elephant grass genotypes (two tall varieties, IRI 381 and Elefante B, and two short varieties, Mott and Taiwan A-146 2.37) and two harvest frequencies (60 and 90 days), arranged in a randomized block design, in split plots, with four replications. The main plot corresponded to the harvest frequencies, and the subplots to the four genotypes. The highest crude protein contents (109.9 vs. 89.1 g kg⁻¹ DM) occurred during the rainy and dry seasons under the 60-day harvest frequency. The highest ether extract (24.9 g kg⁻¹ DM), hemicellulose (375.4 g kg⁻¹ DM) in the leaf blades, and stem dry matter (198.3 g kg⁻¹ DM) contents were observed during the rainy season. However, the highest total carbohydrate (814.3 g kg⁻¹ DM) and in vitro dry matter digestibility (IVDMD) in leaf blades (682 g kg⁻¹ DM) were found during the dry season. The tall genotypes showed (P<0.05) the highest neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) contents in the leaf blades. Regarding the stem, the Mott genotype exhibited the lowest NDF (674.9 g kg⁻¹ DM), ADF (320.4 g kg⁻¹ DM), lignin (47.3 g kg⁻¹ DM), and non-fibrous carbohydrate (174.0 g kg⁻¹ DM) contents. The 90-day harvest frequency significantly influenced (P<0.05) the dry matter content (208 g kg⁻¹ DM), ether extract (23.8 g kg⁻¹ DM), lignin (40.6 g kg⁻¹ DM), total carbohydrates (816.9 g kg⁻¹ DM) in the leaf blades, and stem dry matter (208.0 g kg⁻¹ DM). Additionally, leaf IVDMD was lower in Iri-381 (653 g kg⁻¹ DM) and stem IVDMD in Mott (649 g kg⁻¹ DM) under the 60-day harvest frequency. Harvests every 60 days improve protein content and digestibility, especially in the leaves, while harvests every 90 days increase fiber and carbohydrate levels, which can be advantageous in drought conditions or in systems that prioritize forage accumulation. Harvest frequency negatively affects the IVOMD of the stem more than plant height. Tall genotypes produce more fiber, ideal for biomass production, while short genotypes have higher nutritional value. However, the short genotype Taiwan A. 146-2.37 shows similar results to tall genotypes.

Keywords: Cutting and carrying system, size, tropical grass, bromatology.

1. INTRODUÇÃO

A sazonalidade da produção de forragem, causada pela variação das condições climáticas ao longo do ano, impacta diretamente a produção animal em sistemas pecuários que dependem de pastagens (IZIDRO et al., 2024; TLAHIG et al., 2024). Sendo assim, é importante combinar algumas estratégias, como a utilização de espécies melhoradas geneticamente que apresentam alto potencial para acúmulo de forragem, como o capim elefante (SOUZA et al., 2021; ALENCAR et al., 2023), bem como manejar sob diferentes frequências de colheita para tentar otimizar produção de matéria seca e melhorar o valor nutritivo (ALENCAR et al., 2023; SILVA et al., 2023).

O capim elefante [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone] é amplamente reconhecido como uma das forrageiras tropicais mais importantes no cenário mundial, devido à sua alta capacidade de adaptação, elevado potencial de produção de biomassa e aceitabilidade pelos animais (SILVA et al., 2021; SILVA et al., 2023). Os diferentes genótipos de capim elefante apresentam significativa variação morfológica, o que influencia diretamente o valor nutritivo da forragem produzida (PEIXOTO et al., 2023). Além disso, o manejo adequado da colheita exerce impacto substancial nas características estruturais da planta (ALENCAR et al., 2023), o que também pode afetar o seu valor nutritivo.

É importante compreender as alterações fisiológicas, anatômicas e morfológicas das plantas, pois isso auxilia na escolha da espécie, manejo adequado e obtenção de forragem com melhor qualidade e valor nutritivo (MENEZES et al., 2015; GOBBI et al., 2011). A avaliação do valor nutricional também é crucial para aumentar a eficiência da produção animal, pois a análise da composição química, digestibilidade e energia da forragem permite o balanceamento adequado da dieta, impactando o desempenho animal (SERAFIM et al., 2017). Tanto a disponibilidade de forragem, quanto seu valor nutritivo variam ao longo do ano, dificultando o equilíbrio entre oferta e demanda, devido à sazonalidade (DAHER, 2017; SOUZA et al., 2021; IZIDRO et al., 2024).

Alguns estudos indicaram que a colheita do capim elefante aos 60 dias é ideal, uma vez que favorece características morfológicas e estruturais que melhoram o valor nutritivo, embora haja variações entre genótipos (LOUNGLAWAN et al., 2014; CARVALHO et al., 2018; VIANA et al., 2018). Silva et al. (2021) ressaltam que o porte e as características morfológicas são cruciais para a utilização dessa gramínea em sistemas de produção animal. Algumas pesquisas têm avaliado genótipos de diferentes portes, visando avaliar respostas a diferentes frequências de colheita e condições

edafoclimáticas (ALENCAR et al., 2023; PEIXÔTO et al., 2023; SALES-SILVA et al., 2023; SILVA et al., 2023). Embora os resultados dos estudos na literatura enfatizem que genótipos de porte baixo tendem a apresentar maior valor nutritivo em relação aos de porte alto, devido à maior proporção de folhas, esses últimos possuem maior alongamento de colmo e conseqüentemente, maior produção de matéria seca (SILVA et al., 2021a; RIBEIRO et al., 2022). Outros estudos evidenciam que mudanças no valor nutritivo podem ocorrer devido a diferenças entre os genótipos de capim elefante em razão dos arranjos histológicos. Por exemplo, Souza (2019) observou que a maior e menor proporção de bainha vascular foi registrada, respectivamente, no genótipo Mott (19,93%) e IRI-381 (14,65%) e não diferiram dos genótipos Taiwan A146 2.37 (17,42%) e Elefante B (17,98%). Adicionalmente, Peixoto et al. (2023) reportaram que a área transversal ocupada por feixes vasculares e células lignificadas foi maior em Elefante B (44.911 μm^2 e 35.895 μm^2), em comparação com os anões.

Apesar do capim elefante de porte alto ser amplamente cultivado em condições irrigadas, há poucas informações que comparam o potencial de diferentes genótipos e portes, sob irrigação, em relação ao valor nutritivo da forragem (SOUZA et al., 2021), principalmente com diferentes frequências de colheita (SILVA et al., 2023). Portanto, o conhecimento de como esses genótipos podem se comportar em diferentes frequências de colheita e como a época do ano os influencia, é determinante para elaborar uma tomada de decisão sobre a melhor estratégia de corte a ser realizada, bem como definir as dietas dos animais.

Assim, a hipótese deste estudo foi que os diferentes genótipos de capim elefante apresentam respostas distintas em relação ao valor nutritivo, quando colhidos sob diferentes frequências (60 e 90 dias), ao longo dos anos. Objetivou-se avaliar o valor nutritivo de genótipos de capim elefante de diferentes portes, sob manejo de irrigação e diferentes frequências de corte.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Prof. Antônio de Pádua Maranhão Fernandes, no município de Garanhuns – PE (Figura 1), a 896 m acima do nível do mar, situada na mesorregião do Agreste Meridional de Pernambuco, nas coordenadas geográficas de 80 53' 25'' de latitude Sul e 360 29' 34'' de longitude oeste.

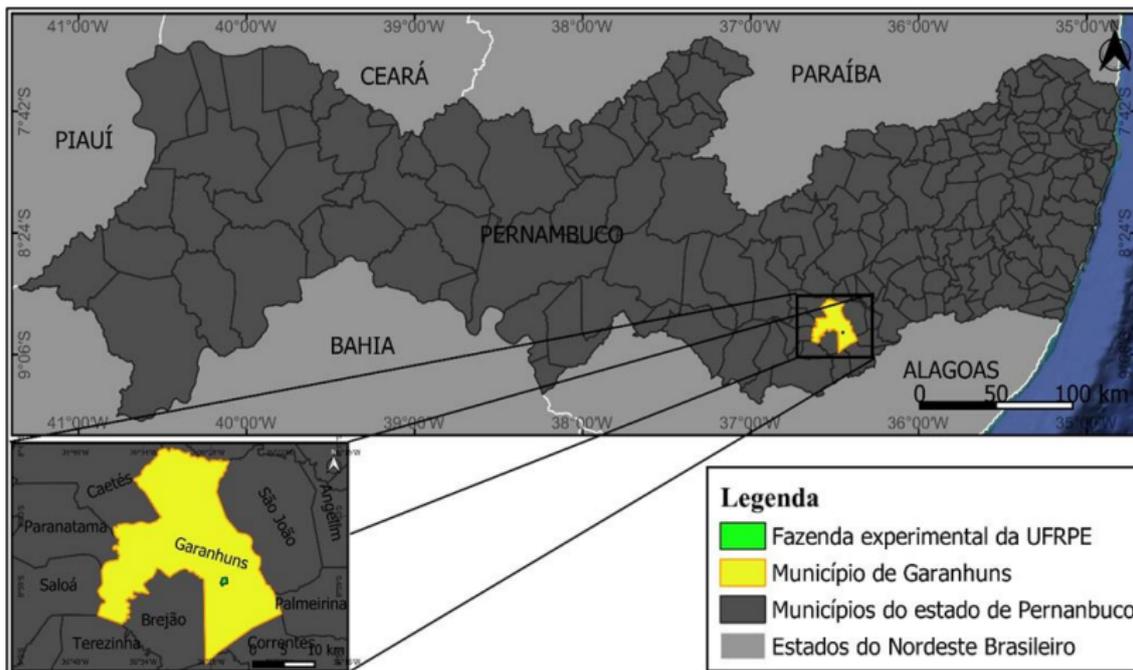


Figura 1. Localização geográfica da Fazenda Experimental da UFRPE, Garanhuns, Pernambuco, Brasil. Fonte: SILVA, 2022.

Conforme a classificação climática de Köppen-Geiger (ALVARES et al., 2013), o clima é classificado como tropical tipo Aw', com temperatura média anual de 21,2° C. A precipitação pluvial anual média, histórica de 53 anos, é de 866 mm (BARBOSA et al., 2016), com regime de chuvas no outono, caracterizado por verões quentes e secos e invernos amenos e úmidos.

A vegetação é em grande parte formada por Floresta subperenifólia, com partes de Floresta hipoxerófila (RODRIGUES et al., 2008). Os solos são profundos e bem drenados e representados pelos Latossolos nos topos planos, nas áreas íngremes pelos solos Podzólicos, sua profundidade é classificada de pouco a média e são bem drenados e, nos vales, pelos solos Gleissolos de Várzea, com solos orgânicos e encharcados (CPRM, 2005).

Os períodos do ano seco e chuvoso foram caracterizados com base no balanço hídrico sequencial (BHS) durante o período experimental de setembro/2019 a maio/2022 (Figura 2), calculado através do método proposto por Thornthwaite e Mather (1955) em planilhas de Excel (ROLIM et al., 1998). Foi considerado como período chuvoso os meses com balanço hídrico positivo (excesso de água) e como período seco os meses com balanço hídrico negativo (*déficit* de água). A precipitação acumulada durante todo o período experimental foi de 2.453 mm.

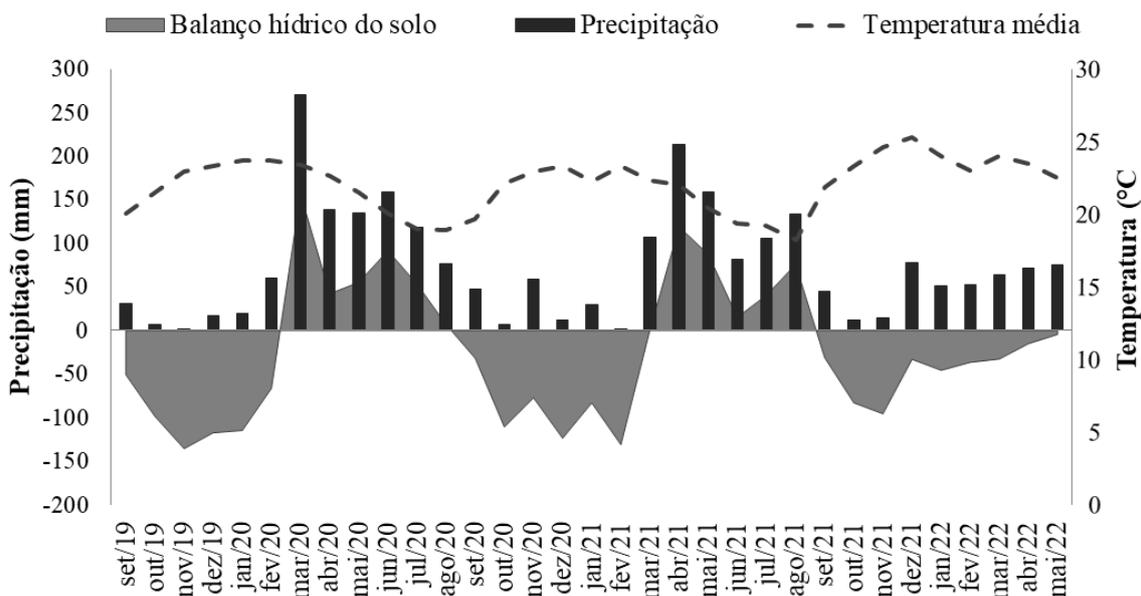


Figura 2. Balanço hídrico sequencial, precipitação e temperatura média de setembro de 2019 a maio de 2022, Fazenda Experimental da Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE, Garanhuns-PE.

2.2 Manejo e estabelecimento da área experimental

2.2.1 Coleta, caracterização do solo e adubação

Com base nos resultados da análise química do solo inicial (abril/2016), foi realizada a correção do pH com 500 kg ha^{-1} de calcário calcítico para elevar a saturação por bases, aração e gradagem na área experimental. Após correção do solo, foram coletados amostras de solo para análise química e a partir dos resultados foi realizada a adubação de fundação, com a aplicação de 100 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 80 kg ha^{-1} de K_2O , as fontes de adubo foram o superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente, aplicado diretamente no sulco, antes do plantio do capim elefante.

Foi realizada uma coleta de solo em julho de 2020, na profundidade de 0-20 cm. O solo da área experimental é classificado como Argissolo amarelo e a classe textural como franco-argiloarenoso, com base no Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (EMBRAPA, 2013). A composição granulométrica e os resultados das análises físico-hídricas de amostras do solo foram os seguintes: argila: 240 g kg^{-1} ; silte: 150 g kg^{-1} ; areia total: 610 g kg^{-1} ; capacidade de campo: $0,16 \text{ g g}^{-1}$; ponto de murcha permanente: $0,10 \text{ g g}^{-1}$; água disponível: $0,06 \text{ g g}^{-1}$; densidade do solo: $1,29 \text{ g cm}^{-3}$; densidade de partículas: $2,53 \text{ g cm}^{-3}$ e porosidade total: 75%. As características químicas do solo foram as

seguintes: pH (H₂O): 5,0; P (Extrator mehlich⁻¹): 8 mg dm⁻³; K⁺: 0,07 cmol_c.dm⁻³; Na⁺: 0,02 cmol_c.dm⁻³; Al³⁺: 0,15 cmol_c.dm⁻³; Ca²⁺: 3,25 cmol_c.dm⁻³; Mg²⁺: 0,95 cmol_c.dm⁻³; H⁺: 1,80 cmol_c.dm⁻³; SB: 3,70 %; CTC: 5,50 cmol_c.dm⁻³; V: 67,28 %; C: 1,30 %; m: 0,00 % e MO: 2,24 %, com base em análise de solo.

Foi realizada adubação química de manutenção durante o período experimental, com o equivalente a 100 kg N ha⁻¹ e 80 kg K₂O ha⁻¹, 15 dias após o corte de uniformização e a cada corte do capim elefante foram feitas adubações, sendo aplicado diretamente na linha de plantio. As fontes de adubos químicos utilizados foram o sulfato de amônio ((NH₄)₂SO₄) e cloreto de potássio (KCl).

2.2.2 Estabelecimento do capim elefante

Os genótipos foram estabelecidos por propagação vegetativa em abril/2016 em sulcos espaçados em 1,0 m (SOUZA, 2019). As parcelas foram submetidas a colheitas sucessivas, a cada 60 dias e 90 dias, conforme os tratamentos experimentais. O período experimental iniciou em setembro de 2019, após corte de uniformização, finalizando em maio de 2022. Foram realizados 27 cortes no total, sendo 16 e 11 relativos às frequências de 60 e 90 dias, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1. Período experimental, frequências e épocas de corte e respectivos meses nos quais ocorreram.

FC	Ano/Mês	JAN	MAR	MAI	JUN	JUL	SET	NOV	DEZ
60 dias	2019	-	-	-	-	-	-	C	-
	2020	C/A ^{SEC}	C/A ^{CHU}	C	-	C/A ^{CHU}	C/A ^{SEC}	C	-
	2021	C	C/A ^{SEC}	C	-	C/A ^{CHU}	C/A ^{CHU}	C/A ^{CHU}	-
	2022	C	C	C	-	-	-	-	-
90 dias	2019	-	-	-	-	-	-	-	C
	2020	-	C/A ^{CHU}	-	C	-	C	-	A ^{SEC}
	2021	-	C/A ^{SEC}	-	C	-	C/A ^{CHU}	-	C
	2022	-	C	C/A ^{SEC}	-	-	-	-	-

FC: frequência de colheita, C: colheita, A: análise, CHU: chuvoso, SEC: seco.

A irrigação foi conduzida por um sistema de gotejamento, garantindo que todos os genótipos recebessem a mesma lâmina de água, repondo 100% da evapotranspiração da cultura (ET_c), conforme o método de Penman-Monteith, padronizado pela FAO/56 (ALLEN et al., 1998). A evapotranspiração de referência (ET₀, mm dia⁻¹) foi calculada por meio da Equação I.

$$ET_0 = ([0,408 s (R_n - G) + g*900 / (T+273*U_2*De) / [s+g (1+0,34*U_2)]) \quad (\text{Eq. I})$$

onde ET_0 : Evapotranspiração por Penman-Monteith (mm dia^{-1}), s : declinação da curva de saturação de vapor de água ($\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$), R_n – saldo de radiação à superfície ($\text{MJ m}^2 \text{ dia}^{-1}$), G : densidade de fluxo de calor sensível no solo ($\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$), g : Fator psicrométrico (MJ kg^{-1}), T : temperatura do ar ($^\circ\text{C}$), U_2 : velocidade do vento (m s^{-1}), D_e : pressão de saturação de vapor (kPa) subtraído de pressão real de vapor (kPa).

A evapotranspiração de referência (mm dia^{-1}) foi corrigida com a precipitação pluvial diária (mm dia^{-1}), a partir da subtração dos valores das duas variáveis, que foram o coeficiente de cultura (K_c) e o fator de correção de evapotranspiração (KL), segundo Keller e Bliesner (1990).

A evapotranspiração real da cultura (ET_c , mm dia^{-1}) foi estimada a partir da Equação II.

$$ET_c = K_c * ET_0 \quad (\text{Eq. II})$$

onde K_c é o coeficiente de cultura, adimensional. O mesmo valor do K_c (0,80) foi definido para todo o estágio de desenvolvimento (ALENCAR et al., 2009). A evapotranspiração da cultura foi corrigida pelo KL , a partir da Equação III.

$$ET_c = ET_c * KL \quad (\text{Eq. III})$$

onde KL é o fator de correção da evapotranspiração (KL), que foi de 0,62 e adimensional. A lâmina total de água aplicada na irrigação (L , mm) foi calculada com base na Equação IV:

$$L = ET_c / (E_a / 100) \quad (\text{Eq. IV})$$

onde E_a é a Eficiência da irrigação (%), onde foi considerado 95% para o sistema de gotejamento.

E o tempo de irrigação (t , min) que foi gasto para a aplicação da lâmina calculada foi dada pela equação (V):

$$T_{\text{irrigação}} = (ET_c * e_e * 60) / (v_e * E_a) \quad (\text{Eq. V})$$

Em que: ee: espaçamento entre os emissores, que foi de 0,1 m²; ve: vazão do emissor, que foi de 1,5 L/ha, e Ea: eficiência de aplicação da água.

2.3 Delineamento experimental

Os tratamentos foram compostos por quatro genótipos de *C. purpureus*, sendo dois de porte alto (Elefante B e IRI 381) e dois de porte baixo (Mott e Taiwan A-146 2.37), associados a duas frequências de colheita (60 e 90 dias), em períodos chuvoso e seco do ano (chuvoso e seco). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas com quatro repetições, sendo as parcelas principais constituídas pelas frequências de colheita (60 e 90 dias), enquanto as subparcelas foram compostas pelos quatro genótipos. Os genótipos foram estabelecidos em uma área total de 1.820 m² (91 m x 20 m), onde cada parcela foi constituída de canteiros de 546 m² (91 m x 6 m), totalizando 32 subparcelas, cada uma com dimensões de 24 m² (4 m x 6 m), e área útil de 8 m² (2 m x 4m) (Figura 3).

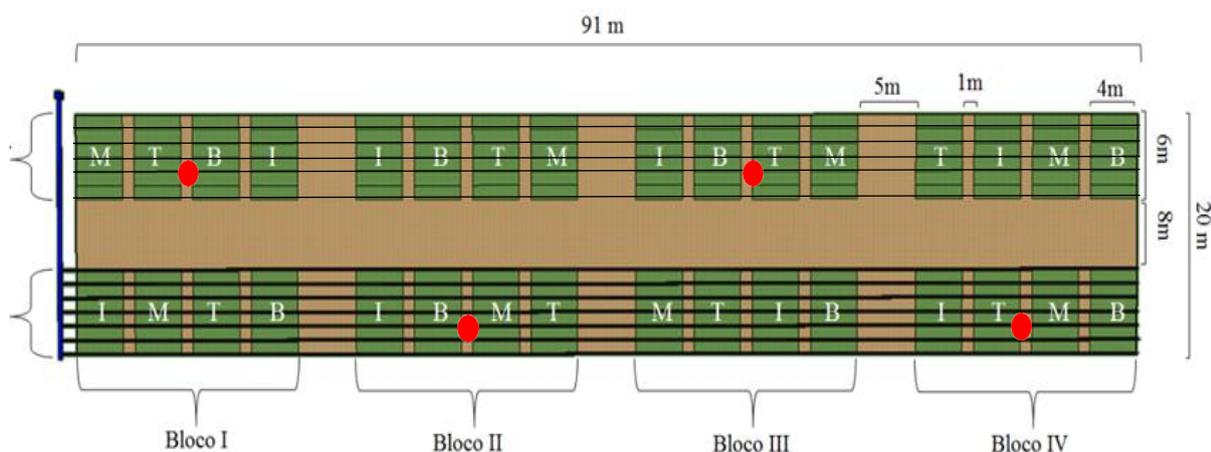


Figura 3. Croqui da área experimental e disposição dos genótipos e as frequências de colheitas; 60 dias - com pontuação vermelha, 90 dias - sem pontuação. M = Mott, T = Taiwan A-146 2.37, I = IRI 381 e B = Elefante B.

2.4 Variáveis mensuradas

No início das avaliações, foi realizado o corte de uniformização na área de cada subparcela e tomados cinco perfis basais representativos da área. Foi realizada a separação manual da lâmina foliar + bainha e colmo, cortada à altura da lígula e obtidos os pesos frescos de cada componente. Considerando o transporte Garanhuns – Recife, as

amostras foram acondicionadas em caixas térmicas, sob baixa temperatura, para minimizar alterações no material.

Nos laboratórios de Nutrição Animal e de Forragicultura da UFRPE, as amostras foram moídas em moinho tipo Willey, em peneiras com crivo de 2 mm (AOAC, 1990/922.02), para as análises químico-bromatológicas e, de 1mm, para a digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

Foram estimados os teores de matéria seca (MS) (930.15), obtidos a partir da secagem da amostra em estufa com circulação forçada de ar, à 55°C, até peso constante, matéria mineral (MM) (942.05), extrato etéreo (EE) (920.39) e proteína bruta (PB) (984.13) (AOAC, 1995), sendo o nitrogênio total (NT) estimado através do método *Kjeldahl*.

Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram obtidos por meio da análise proposta por Van Soest *et al.* (1991), modificadas por Senger *et al.* (2008), utilizando autoclave a temperatura de 110°C, por 40 minutos.

O conteúdo de lignina foi determinado por meio do resíduo de FDA, lavado com ácido sulfúrico a 72%, com o objetivo de solubilizar a celulose, obtendo a lignina digerida em ácido (LDA), conforme metodologia proposta por Van Soest *et al.* (1991).

Os teores de carboidratos totais (CT) e carboidratos não fibrosos (CNF) foram estimados conforme as equações propostas por Sniffen *et al.* (1992):

$$\text{Equação 6:} \quad \text{CT\%} = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$$

$$\text{Equação 7:} \quad \text{CNF\%} = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM \%FDN)$$

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi obtida por meio de análise proposta por Tilley e Terry (1963) com modificações propostas por Holden (1999), onde as amostras foram pesadas em sacos de TNT (tecido não tecido) de peso conhecido, com gramatura de 100 g m⁻² e incubados na DAISY II Incubator (ANKOM® Technology), com solução tampão descrita por McDougall (1948), inóculo ruminal e pH de 6,8. O período de incubação foi de 72 horas, sendo as primeiras 48 horas a etapa de fermentação ruminal, onde após esse intervalo de tempo foi adicionado 40 mL de solução de HCl (6N) e 8g de pepsina. Após esse procedimento, as amostras foram novamente incubadas nas 24 horas restantes, período que correspondeu à digestão química. Ao final do período total de incubação, os sacos com as amostras restantes foram colocados em estufa, a 105 °C, até peso constante e novamente pesados.

2.5 Análise estatística

Os resíduos dos dados foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk) e homocedasticidade (Bartlett). Após o atendimento dessas premissas, foi realizada a análise de variância, por meio do PROC MIXED do SAS On Demand. Foram considerados efeitos fixos os genótipos, frequência de colheita, período do ano (medidas repetidas no tempo) e suas interações. Os blocos, ano e suas interações foram considerados como efeitos aleatórios. Quando o teste F foi significativo, as médias foram estimadas por meio do LSMEANS e comparadas pela probabilidade de diferença (“PDIFF”), ajustada para o Teste de Tukey. Foi realizado contraste ortogonal para análise do efeito dos portes. O nível de significância adotado foi de 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS

Não houve interação entre período do ano x frequência de colheita ($P \geq 0,05$) para o teor de matéria seca das lâminas foliares e colmos nos períodos avaliados (chuvoso e seco) e intervalos de corte (60 e 90 dias).

Os teores de MM, PB, FDN, FDA e CNF em lâminas foliares, e MM, PB, FDN, FDA, CT e CNF, nos colmos, foram influenciados pela interação ($P \leq 0,05$) entre período x frequência de colheita (Tabela 2). Maiores teores de PB em folhas foram observados na frequência de colheita de 60 dias, tanto no período seco, quanto no chuvoso (Tabela 2). Além disso, os maiores teores de FDN, FDA e CNF ocorreram durante o período chuvoso aos 90 dias (Tabela 2).

Tabela 2. Efeito de interação entre frequência de colheita x período do ano na composição química das folhas de genótipos de capim elefante, Garanhuns, Pernambuco, Brasil.

	Período do ano		EPM	P
	Chuvoso	Seco		
	Matéria mineral (g kg⁻¹)			
60 dias	75,9 Bb	92,8 Aa	2,64	<0,0001
90 dias	86,9 Aa	71,4 Bb		<0,0001
P	<0,0001	<0,0001		
	Proteína bruta (g kg⁻¹)			
60 dias	109,9 Aa	89,1 Ba	2,83	<0,0001
90 dias	80,3 Ab	79,4 Ab		0,7893
P	<0,0001	0,0063		
	Fibra em detergente neutro (g kg⁻¹)			
60 dias	647,1 Ab	662,7 Aa	8,05	0,0694
90 dias	684,1 Aa	629,8 Bb		<0,0001
P	<0,0001	0,0003		
	Fibra em detergente ácido (g kg⁻¹)			
60 dias	272,3 Bb	299,6 Aa	6,67	0,0002
90 dias	308,1 Aa	277,8 Bb		<0,0001
P	<0,0001	0,0035		
	Celulose (g kg⁻¹)			
60 dias	241,4 Bb	264,2 Aa	6,79	0,0011
90 dias	265,8 Aa	238,4 Bb		0,0008
	0,0001	0,0008		
	Carboidratos não fibrosos (g kg⁻¹)			
60 dias	143,7 Aa	141,3 Ab	9,44	0,8155
90 dias	122,2 Bb	201,0 Aa		<0,0001
P	0,0127	<0,0001		

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na linha e letras minúsculas na coluna diferem entre si no teste F ($P \leq 0,05$). SEM: erro padrão da média.

Houve efeito de interação entre frequência de colheita e período do ano ($P < 0,01$) na composição química do componente colmo de genótipos de capim elefante (Tabela 3). O maior teor de matéria mineral ocorreu durante o período chuvoso aos 90 dias, enquanto o menor conteúdo ocorreu durante o período seco nessa mesma frequência de colheita. O maior teor de PB (93,2 g kg⁻¹ MS) ocorreu durante o período seco aos 60 dias. Além disso, independente do período do ano foi observado maior acúmulo de FDN (730,8 g kg⁻¹ MS) e FDA (380,4 g kg⁻¹ MS) nos colmos dos genótipos de capim elefante durante o período chuvoso e seco aos 60 dias, enquanto os menores teores de FDN (657,9 g kg⁻¹ MS) e FDA (328,6 g kg⁻¹ MS) ocorreram durante o período seco aos 90 dias (Tabela 3). Os maiores teores de carboidratos totais (885,0 g kg⁻¹ MS) e carboidratos não fibrosos (227,6 g kg⁻¹ MS) ocorreram durante o período seco aos 90 dias.

Tabela 3. Efeito de interação entre frequência de colheita x período do ano na composição química dos colmos dos genótipos de capim elefante, Garanhuns, Pernambuco, Brasil.

Frequência de colheita	Período do ano		EPM	P
	Chuvoso	Seco		
Matéria mineral (g kg⁻¹)				
60 dias	79,1 Bb	93,2 Aa	2,9	<0,0001
90 dias	86,9 Aa	67,6 Bb		<0,0001
P	0,0035	<0,0001		
Proteína bruta (g kg⁻¹)				
60 dias	54,2 Ab	50,4 Aa	2,5	0,1555
90 dias	64,9 Aa	38,4 Bb		<0,0001
P	<0,0001	<0,0001		
Fibra em detergente neutro (g kg⁻¹)				
60 dias	730,8 Aa	729,1 Aa	7,1	0,8052
90 dias	704,1 Ab	657,9 Bb		<0,0001
P	<0,0001	<0,0001		
Fibra em detergente ácido (g kg⁻¹)				
60 dias	351,9 Ba	380,4 Aa	5,7	<0,0001
90 dias	331,4 Ab	328,6 Ab		0,6487
P	<0,0001	<0,0001		
Carboidratos totais (g kg⁻¹)				
60 dias	856,1 Aa	845,6 Bb	3,8	0,0102
90 dias	834,7 Bb	885,0 Aa		<0,0001
P	<0,0001	<0,0001		
Carboidratos não fibrosos (g kg⁻¹)				
60 dias	130,6 Aa	117,0 Ab	7,7	0,3007
90 dias	125,3 Ba	227,6 Aa		<0,0001
P	0,4287	<0,0001		

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na linha e letras minúsculas na coluna diferem entre si no teste F ($P \leq 0,05$). SEM: erro padrão da média.

Houve efeito de interação de genótipo e frequência de colheita para o teor de DIVMS nos constituintes morfológicos folhas ($P = 0,0475$) e colmos ($P = 0,0131$) de capim elefante (Tabela 4). Foi observado que o genótipo IRI-381 apresentou menor teor de DIVMS nas folhas quando submetido a frequência de colheita de 60 dias (Tabela 4). Além disso, em relação ao componente colmo o genótipo Mott apresentou maior teor de DIVMS com 661 g kg⁻¹ MS com a maior frequência de colheita (90 dias) em relação aos demais genótipos. Enquanto, o Taiwan apresentou maior teor de DIVMS com 663 g kg⁻¹ MS quando colhido aos 60 dias. No entanto, o menor teor de DIVMS do colmo ocorreu no Elefante B em ambas as frequências de colheita (Tabela 4).

Tabela 4. Interação entre genótipo e frequência de colheita no teor de DIVMS da lâmina foliar e colmo de capim elefante, Garanhuns, Pernambuco, Brasil.

Genótipo	Folha		EPM	P
	Frequência de colheita (dias)			
	60	90		
Elefante B	641 Aa	631 Aa	6,1	0,1310
Iri-381	653 Ba	667 Aa		0,0248
Mott	672 Aa	673 Aa		0,9140
Taiwan	665 Aa	673 Aa		0,1826
P	0,3214	0,1104		
Genótipo	Colmo		EPM	P
	Frequência de colheita (dias)			
	60	90		
Elefante B	639 Ab	642 Ac	4,25	0,4259
Iri-381	647 Ab	645 Abc		0,6687
Mott	649 Bb	661 Aa		0,0048
Taiwan	663 Aa	656 Aab		0,1056
P	0,0018	0,0051		

Médias seguidas por letras distintas maiúsculas na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Houve efeito de interação de genótipo e período do ano ($P = 0,0170$) para o teor de DIVMS nos colmos de capim elefante (Tabela 5). O maior conteúdo de DIVMS ocorreu em todos os genótipos durante o período seco (Tabela 5). No entanto, durante o período chuvoso, foi observado maior DIVMS nos genótipos Taiwan ($643 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$) e Mott ($634 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$), enquanto o menor teor de DIVMS ($614 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$) ocorreu no Elefante B.

Tabela 5. Interação entre genótipo e período do ano no teor de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) (g kg^{-1}) do colmo de capim elefante, Garanhuns, Pernambuco, Brasil.

Genótipo	Período do ano		EPM	P
	Chuvoso	Seco		
Elefante B	614 Bc	667 Aa	4,54	<0,0001
Iri-381	626 Bb	666 Aa		<0,0001
Mott	634 Bab	676 Aa		<0,0001
Taiwan	643 Ba	676 Aa		<0,0001
P	0,0003	0,1652		

Médias seguidas por letras distintas maiúsculas na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Foi observado efeito isolado da frequência de colheita ($P \leq 0,05$) nos teores de matéria seca (MS), extrato etéreo (EE), lignina (LIG) e carboidratos totais nas folhas, bem

como na MS dos colmos (Tabela 6). Os maiores teores para MS, EE, LIG e CT na folha e da MS de colmo foram observados na frequência de colheita de 90 dias (Tabela 6).

Tabela 6. Efeito da frequência de colheita (60 e 90 dias) na composição química (g kg^{-1}) dos componentes morfológicos (folha e colmo) de genótipos de capim elefante, Garanhuns, Pernambuco, Brasil.

Componente	Frequência de colheita		P
	60	90	
Folha			
MS	180,8 B	208,0 A	<0,0001
EE	20,1 B	23,8 A	0,0260
Lignina	33,0 B	40,6 A	0,0109
CT	795,8 B	816,9 A	0,0006
Colmo			
MS	180,8 B	208,1 A	<0,0001

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste F ($P \leq 0,05$). MS: matéria seca; EE: extrato etéreo; CT: carboidratos totais.

O teor de MS do colmo foi influenciado ($P=0,0305$) também pelo período do ano. O maior teor de MS ($198,6 \text{ g kg}^{-1}$ MS) do colmo dos diferentes genótipos de capimelefante ocorreu durante o período chuvoso (Figura 4).

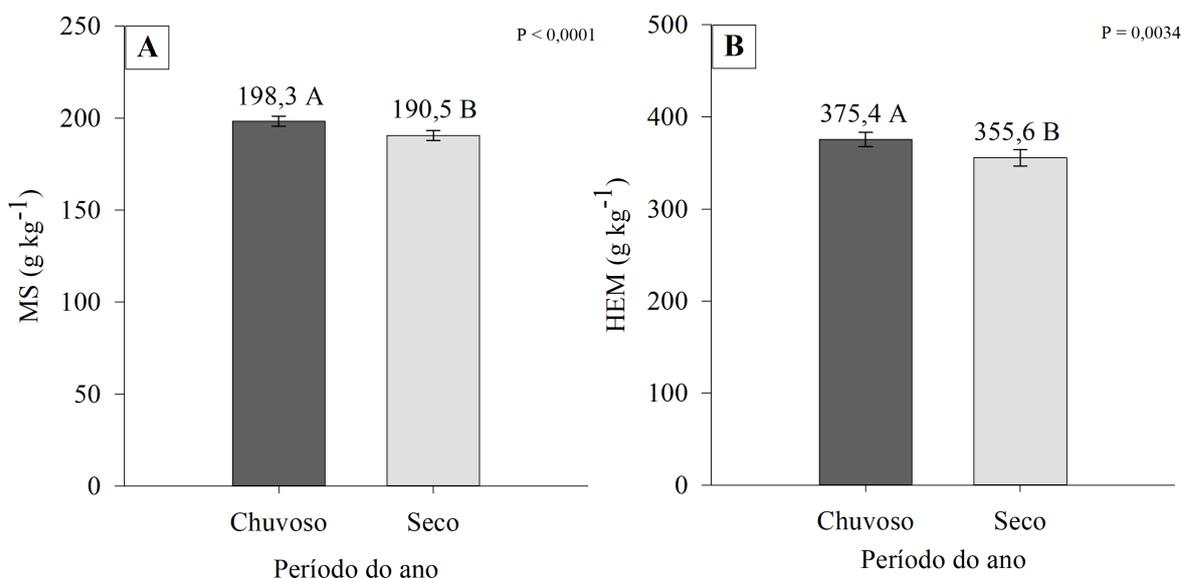


Figura 4. Efeito do período do ano nos teores de matéria seca do colmo (A) e hemicelulose das folhas (B) de genótipos decapim elefante; em Garanhuns-PE. Médias

seguidas de letras diferentes nas barras diferem entre si, usando o teste F ($P \leq 0,05$). Barras verticais nas colunas indicam o erro padrão da média.

Considerando o período do ano, houve efeito ($P \leq 0,05$) nos teores de EE (Figura 4A) e CT (Figura 5A) para folhas. O maior teor de EE com $24,9 \text{ g kg}^{-1}$ MS ocorreu durante o período chuvoso, enquanto o maior teor de CT ($814,3 \text{ g kg}^{-1}$ MS) ocorreu durante o período seco (Figura 5B).

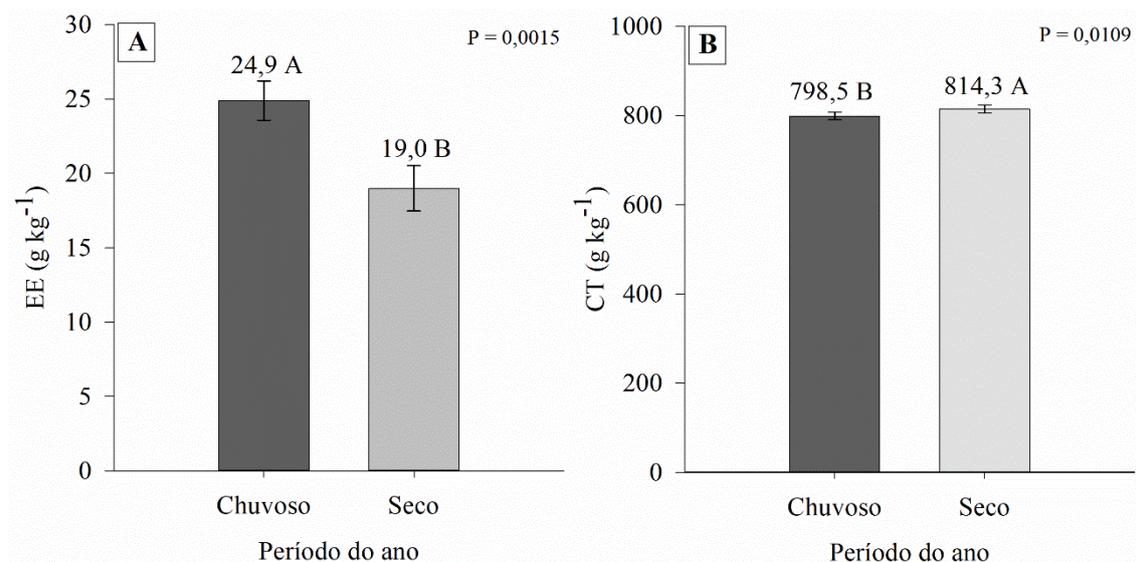


Figura 5. Efeito do período do ano no teor de extrato etéreo (EE-A) e carboidratos totais (CT-B) em folhas de genótipos decapim elefante; em Garanhuns-PE. Médias seguidas de letras diferentes nas barras diferem entre si, usando o teste F ($P \leq 0,05$). Barras verticais nas colunas indicam o erro padrão da média.

Os diferentes genótipos influenciaram ($P \leq 0,05$) nos teores de FDN (Figura 6) e FDA (Figura 7) nas folhas. Os maiores valores de FDN (Figura 6) e FDA (Figura 7) foram observado em genótipos de porte alto (Elefante B e IRI-381), quando comparado aos de porte baixo (Mott e Taiwan A. 146-2.37). O Taiwan A.146-2.37 apresentou o menor teor de FDN com $629,5 \text{ g kg}^{-1}$ MS comparado aos demais genótipos.

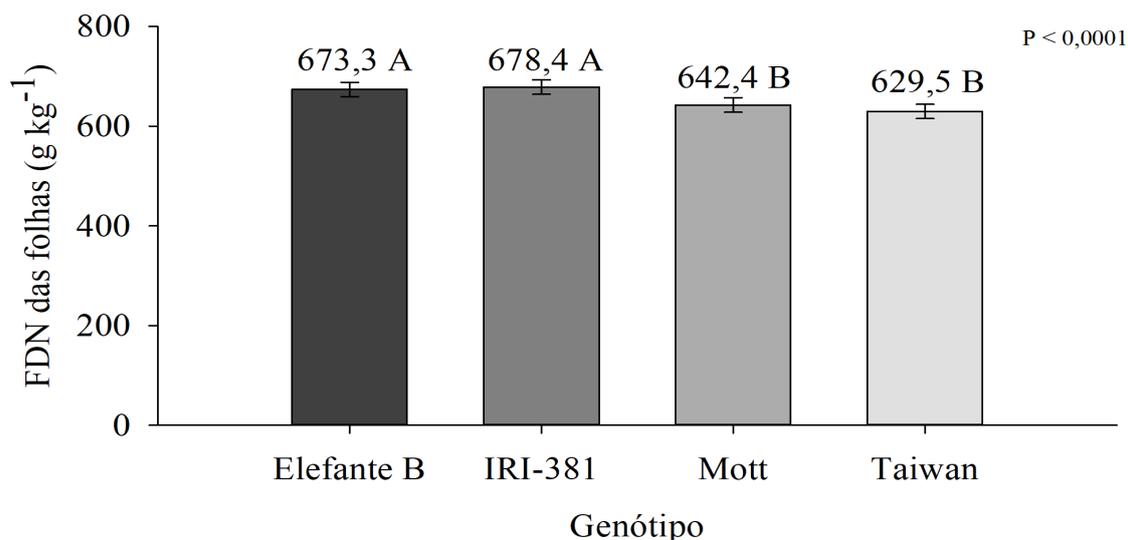


Figura 6. Efeito de genótipo no teor de FDN nas folhas capim elefante, durante o período experimental, Garanhuns-PE. Médias seguidas de letras diferentes nas barras diferem entre si, usando o teste F ($P \leq 0,05$). Barras verticais nas colunas indicam o erro padrão da média.

Contudo, para FDA em folhas, o genótipo de porte baixo Mott, não difere dos de porte alto (nem do de porte baixo, Taiwan A. 146- 2.37) (Figuras 1 e 2).

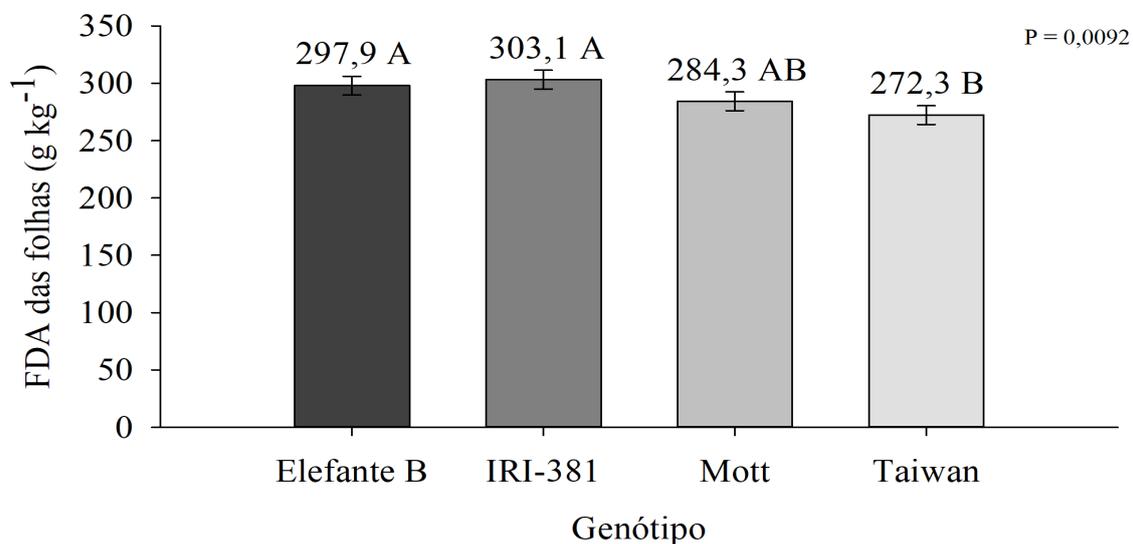


Figura 7. Teor de FDA em folhas de genótipos de capim elefante, durante o período experimental. Barras verticais nas colunas indicam o erro padrão da média. Médias seguidas de letras diferentes nas barras diferem entre si, usando o teste F ($P \leq 0,05$). Barras verticais nas colunas indicam o erro padrão da média.

Foram observados resultados significativos ($P \leq 0,05$) para FDN, FDA, Lignina, CT e CNF, entre os genótipos, em colmos (Tabela 5). De forma geral, maiores teores dos compostos químicos mencionados para os genótipos de porte alto (Elefante B e IRI 381), porém, não diferindo de pelo menos um dos genótipos de porte baixo nos seguintes casos: FDN, FDA e Lignina – Elefante B e IRI 381 não diferindo do genótipo de porte baixo Taiwan A.146-2.37; CT – Elefante B não diferindo dos genótipos de porte baixo; e CNF – Elefante B e Mott não diferem de IRI 381 e Taiwan A. 146-2.37.

Tabela 7. Efeito do genótipo na composição química (g kg^{-1}) do colmo em capim elefante.

Colmo	Genótipo				P
	Elefante B	IRI 381	Mott	Taiwan A. 146-2.37	
FDN	708,3 a	728,3 a	674,9 b	709,5 a	0,0005
FDA	356,0 a	365,9 a	320,4 b	348,5 a	0,0004
Lignina	63,0 a	69,7 a	47,3 b	63,5 a	0,0097
CT	858,2 a	865,7 a	848,2 b	848,4 b	0,0366
CNF	150,5 a	138,0 b	174,0 a	139,5 b	0,0274

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste F ($P \leq 0,05$). FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido, CT: carboidratos totais, CNF: carboidratos não fibrosos.

Foi observado efeito isolado do período do ano ($P < 0,0001$) no teor de DIVMS das folhas em genótipos de capim elefante, onde o maior teor de DIVMS com 682 g kg^{-1} MS nas folhas de capim elefante ocorreu durante o período seco (Figura 8).

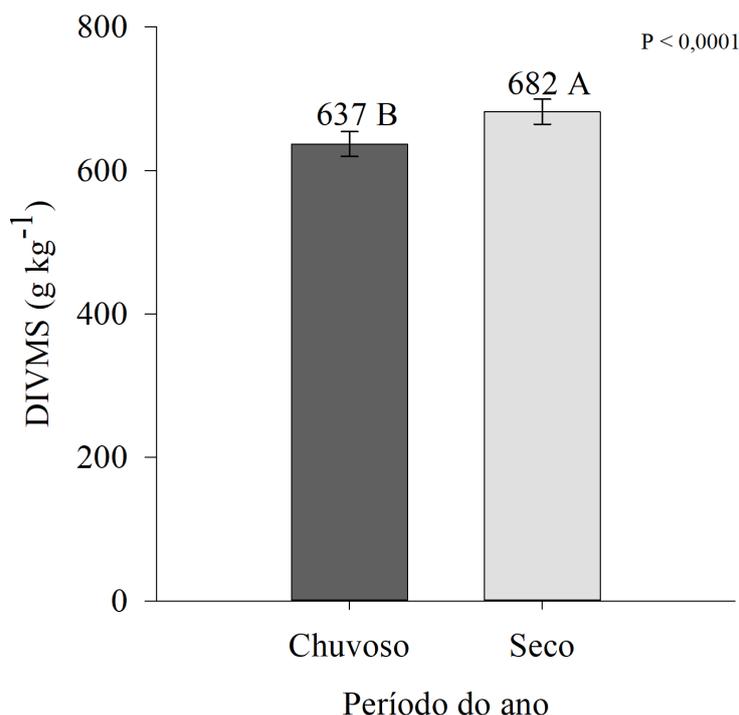


Figura 8. Efeito do período do ano no conteúdo de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) da folha em genótipos de capim elefante, Garanhuns, Pernambuco, Brasil. Médias seguidas por letras diferentes nas barras diferem entre si pelo teste F ($P \leq 0,05$). Barras verticais nas colunas representam o erro padrão da média (EPM). EPM = 3,38.

Foi observado efeito do porte ($P < 0,0001$) em nas folhas dos genótipos de capim elefante para as variáveis FDN, FDA, CEL e CNF (Tabela 8).

Tabela 8. Efeito de porte (Elefante B, IRI-381 vs. Mott, Taiwan A- 2.37) acerca do valor nutritivo dos componentes morfológicos (lâmina foliar e colmo) de diferentes genótipos de capim-elefante, Garanhuns, Pernambuco, Brasil.

Lâmina	Valor nutritivo (g kg ⁻¹ MS)					
	MS	FDN	FDA	HEM	CEL	CNF
foliar						
<i>P</i>	0,0416	<0,0001	<0,0001	0,0079	<0,0001	<0,0001
Colmo	PB	FDN	FDA	EE	CT	DIVMS
<i>P</i>	0,0320	0,0140	0,0116	0,0457	0,0188	0,0012

MS: Matéria seca, FDN: Fibra insolúvel em detergente neutro, FDA: Fibra insolúvel em detergente ácido, HEM: Hemicelulose, CEL: Celulose e CNF: Carboidratos não fibrosos.

4. DISCUSSÃO

A disponibilidade de água para a planta altera as taxas de crescimento e desenvolvimento e, conseqüentemente, promovem mudanças nas características morfológicas e estruturais. Conseqüentemente, resultam em uma maior produção de matéria seca e quantidade de perfilhos, área da lâmina foliar, alongamento e incremento de colmo, devido a necessidade de sustentação da planta que apresenta uma maior altura (CARVALHO et al., 2018). Isso explica os teores de PB mais baixos e maiores teores de FDN e FDA na frequência de colheita de 90 dias, tanto nas folhas quanto nos colmos.

Velásquez et al. (2010) observaram que, no período chuvoso, o crescimento das plantas forrageiras foi maior, quando comparado com o período seco, e isso resulta no aumento da fração correspondente ao colmo, na produção de matéria seca total e, conseqüentemente, maiores teores, não só de FDN e FDA, mas, também, de carboidratos totais (Tabela 3) e lignina.

De forma geral, com a irrigação é possível utilizar a capineira em uma frequência de colheita menor, ou seja, maior número de cortes no mesmo período, quando comparado com a capineira não irrigada, o que favorece a produção animal. Além disso, os teores de proteína bruta obtidos nas lâminas foliares atendem ao valor mínimo exigido pela microbiota ruminal para não haver limitação na atividade microbiana, o que poderia comprometer a utilização dos substratos energéticos fibrosos potencialmente digestíveis (VAN SOEST et al., 1991).

Considerando o conteúdo de FDN nas folhas (Figura 6), o genótipo de porte baixo Taiwan A-146 2.37 não apresentou diferença significativa quanto aos genótipos de porte alto, e isso pode ser justificado em razão da configuração “espetada” ou “acicular” das lâminas foliares (Silva et al., 2009) e, portanto, gerando uma necessidade de maior rigidez nesta fração da planta, quando comparada aos outros genótipos. Isso se reflete na produção de uma maior quantidade de fibras, para manter essa característica. Essa tendência de comportamento também pode explicar o efeito dos genótipos para o colmo (Tabela 7), uma vez que genótipos de porte alto necessitam de maiores teores de componentes químicos fibrosos e lignina, para auxiliar na sustentação da planta, com as exceções para o genótipo Taiwan A-146 2.37, de porte baixo, como mencionado anteriormente. Cabral et al. (2006) avaliaram os teores de FDN e proteína bruta em diferentes intervalos de corte em capim elefante e encontraram maiores valores de FDN e menores teores de proteína bruta com o aumento do intervalo de corte.

Nas lâminas foliares não foram observadas diferenças significativas entre portes, períodos e frequências de corte. No entanto, para colmos, de forma geral, obteve-se menores valores de DIVMS para os genótipos de porte alto, não diferindo do genótipo de porte baixo Taiwan A-146 2.37, na frequência de colheita de 60 dias (períodos chuvoso e seco) e 90 dias (período chuvoso) (Tabela 5). Resultados semelhantes foram encontrados por Souza et al. (2021) trabalhando com os mesmos genótipos em regime com e sem irrigação.

As lâminas foliares das gramíneas apresentam maiores concentrações de nutrientes em comparação aos colmos, principalmente para o nitrogênio (VYMAZAL, 2016), fato observado no presente estudo com o maior teor de matéria mineral e maior teor de proteína bruta ($109,9 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$) nas lâminas foliares de genótipos de capim elefante durante o período chuvoso colhido aos 60 dias (Tabela 2). A fertilização química realizada após cada colheita, associada à irrigação, pode ter contribuído para manter o aporte de nutrientes aos genótipos de capim elefante durante o período experimental.

A disponibilidade de nutrientes do solo influencia significativamente o conteúdo de nutrientes das folhas, com solos férteis ou quando ocorre reposição dos nutrientes as plantas absorvem e ocorrem maiores concentrações de nitrogênio nas folhas (THOMPSON et al., 1997; QUIGLEY et al., 2020). O teor de proteína bruta nas folhas é um dos parâmetros nutricionais mais relevantes para a saúde e a produtividade animal (SHARMA et al., 2024), já que os ruminantes necessitam no mínimo de 70 g kg^{-1} de proteína bruta para manter os processos metabólicos realizados pelos microrganismos no rúmen. Com base nisso, os resultados do presente estudo indicam que o teor de proteína bruta aos 60 dias durante o período chuvoso representou um incremento de 57% do teor recomendado. Além disso, independente do período do ano e da frequência de colheita o teor de PB estava 28% acima do recomendado para suprir as necessidades mínimas dos ruminantes quando o capim elefante é cultivado em capineira irrigada no Agreste Meridional de Pernambuco.

A frequência de colheita afetou significativamente a composição química da lâmina foliar e o teor de matéria seca do colmo (Tabela 6). O aumento do intervalo da freq de colheita (90 dias) promoveu aumentos significativos nos teores de MS, EE, lignina e CT, visto que, com o avanço da idade fisiológica do capim elefante, ocorreu maior lignificação ($40,6 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$) com o espessamento das membranas nas lâminas foliares e tal resposta influenciou no aumento dos teores de EE e CT. É conhecido na literatura que a frequência de colheita normalmente é de 60 dias com base na qualidade, e 90 dias com

base na produtividade (SUNUSI et al., 1997). No entanto, Lounglawan et al. (2014) afirmaram que a idade recomendada para colheita do capim elefante seria de 45 a 60 dias de crescimento, para otimizar a produção de forragem com o melhor valor nutricional. As informações relatadas por esses autores confirmam as respostas obtidas no presente estudo com os melhores valores de composição química obtida sob a frequência de colheita aos 60 dias.

O extrato etéreo, juntamente com a proteína bruta e o teor de água, são influenciados pelos padrões de precipitação durante a estação de crescimento (WILLARD; SCHUSTER, 1973). O maior teor de EE durante o período chuvoso (Figura 5) pode ser condicionado à presença de lipídios, visto que as superfícies das plantas são cobertas por uma cutícula hidrofóbica composta de cutina e ceras, que serve como uma barreira de proteção contra perda de água, patógenos e estresses ambientais (MISRA; GHOSH, 1991; REINA-PINTO; YEPHREMOV, 2009). Além disso, essas substâncias lipídicas desempenham papéis cruciais na fisiologia das plantas, incluindo fotossíntese e respiração (OHLROGGEA; BROWSEB, 1995). É importante considerar que além de suas funções protetoras, os lipídios das plantas servem como componentes estruturais das membranas celulares, sinalização celular e armazenamento de energia (SUH et al., 2015), sendo fundamentais na nutrição de animais ruminantes. De acordo com Palmquist e Conrad (1978) ruminantes podem utilizar efetivamente dietas com níveis de EE variando de 2,9% a 10,8% da matéria seca total.

Na literatura há informações que as gramíneas geralmente apresentam maiores concentrações de carboidratos totais na estação seca, principalmente devido ao aumento de carboidratos estruturais (VIEIRA et al., 2000), visto que esse aumento está associado à tolerância e persistência a períodos com déficit hídrico (WATTS, 2009). No entanto, a composição dos carboidratos pode variar de acordo com a espécie e época do ano. Por exemplo, as gramíneas tropicais são propícias a acumular mais amido e carboidratos estruturais, enquanto as gramíneas temperadas possuem níveis mais altos de açúcares (WILSON; FORD, 1971). Trom et al. (1989) observaram em *Paspalum*, as concentrações de carboidratos não estruturais nos rizomas aumentaram de forma significativa, servindo como reservas. Além disso, embora ocorra aumento geral dos carboidratos totais, no período seco geralmente ocorre redução dos carboidratos não estruturais e na digestibilidade (WILSON; FORD, 1971; VIEIRA et al., 2000).

A DIVMS de uma planta forrageira pode variar de acordo com fatores estruturais inerentes à planta e também com fatores ambientais (PEREIRA et al., 2022; IZIDRO et

al., 2024). Algumas espécies forrageiras podem apresentar maior DIVMS durante o período chuvoso, devido à maior relação folha/colmo nesse período. Entretanto, no presente estudo, a maior DIVMS (682 g kg⁻¹ MS) nas folhas dos genótipos de capim elefante ocorreu durante o período seco (Figura 8). Esse perfil do comportamento da DIVMS pode ser também explicado devido a algumas respostas morfogênicas intrínsecas que os genótipos de porte baixo (Mott e Taiwan A 1.46 – 2.37) apresentam, como maior taxa de aparecimento foliar e menor intervalo entre o surgimento de folhas (filocrono) durante a época seca (ALENCAR et al., 2023), estimuladas pelas altas temperaturas. Além disso, o menor teor de FDN nas folhas dos genótipos Mott e Taiwan (Figura 6), bem como outras características particulares ao genótipo Mott, como colmo menos lignificado (47,3 g kg⁻¹ MS) e maior teor de carboidratos não fibrosos (174 g kg⁻¹ MS) em relação aos demais genótipos (Tabela 7) pode ter contribuído para elevar a DIVMS durante o período seco.

Quando comparados genótipos de porte alto e baixo, foi observado efeito significativo para FDN, FDA, CEL e CNF, em folhas, o que pode estar relacionado as diferentes conformações estruturais e morfológicas das lâminas foliares.

5. CONCLUSÕES

Colheitas mais frequentes, a cada 60 dias, favorecem a obtenção de uma forragem com maior teor de proteína e digestibilidade, especialmente nas folhas; enquanto colheitas mais espaçadas, como a cada 90 dias, propicia a colheita de forrageiras com um maior teor de fibras e carboidratos, o que pode ser vantajoso em condições de seca ou em sistemas que priorizam o acúmulo de forragem.

A menor frequência de colheita afeta, negativamente, a DIVMS do colmo, quando comparada ao porte da planta.

Genótipos de porte alto, por sua vez, tendem a apresentar maiores teores de fibra, sendo mais adequados para produção de matéria seca; enquanto os de porte baixo se destacam pelo maior valor nutritivo. Contudo, o genótipo de porte baixo Taiwan A. 146-2.37 apresenta resultados semelhantes aos de porte alto (Elefante B e IRI 381). Esses resultados são fundamentais para orientar o manejo de colheita e a escolha de genótipos, de acordo com os objetivos específicos de produção, sejam eles voltados à qualidade da forragem ou ao aumento do acúmulo de forragem.

6. REFERÊNCIAS

- ALENCAR, C. A. B. et al. Irrigação de pastagem: atualidade e recomendações para uso e manejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 98-108, 2009.
- 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**, v. 78, n. 4, p. 480-490, 2023.
- ALLEN, R.G. et al. Crop Evapotranspiration, **FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56**, United Nations Food and Agriculture Organization, Rome, Italy. 300, D05109, 1998.
- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711-728, 2013.
- AOAC, 1990. Association of Official Analytical, Official Methods of Analysis. 15th Edition. Arlington, VA.
- AOAC, 1995. Association of Official Analytical, Official Methods of Analysis. 16th Edition. Arlington, VA.
- BARBOSA, V. V. et al. Análise da variabilidade climática do município de Garanhuns, Pernambuco – Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 09, n. 02, p. 353-367, 2016.
- CABRAL, L. S. et al. Consumo e digestibilidade dos nutrientes em bovinos alimentados com dietas à base de volumosos tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 2406-2412, 2006.
- CARVALHO, A. P. S. et al. Agronomic features of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum) cv. Roxo under irrigation. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 39, p. 275-286, 2018.
- CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Diagnóstico do município de Garanhuns. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.
- DAHER, R. F. et al. Variação sazonal na produção de forragem de clones intra e interespecíficos de capim elefante. Embrapa Gado de Leite-Artigo em periódico indexado, 2017.
- DETMANN, E. et al. **Métodos para Análise de Alimentos**, 2. ed., Visconde do Rio Branco: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal - Suprema, 2021. 350p.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 3 ed. p.353, 2013.

GOBBI, K. F. et al. Área foliar específica e anatomia foliar quantitativa do capim braquiária e do amendoim-forrageiro submetidos a sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 7, p. 1436-1444, 2011.

HOLDEN, L. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for ten feeds. **Journal of Dairy Science**, v. 82, n. 2, p. 1791-1794, 1999.

IZIDRO, J. L. P. S. et al. Dendrometry, production, and nutritional value of *Mimosa caesalpiniiifolia* (Leguminosae) under monocrop and silvopastoral system¹. **Agroforestry Systems**, p. 1-14, 2024.

LOUNGLAWAN P., et al. Effect of cutting interval and cutting height on yield and chemical composition of King Napier grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum americanum*). **APCBEE Procedia**, n.8, p.27-31, 2014.

McDOUGALL, E.I. The composition and output of sheep's saliva. **Biochemical Journal**, v.43, p.99-109, 1948.

MENEZES, B. R. S. Estimates of heterosis parameters in elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schumach.) for bioenergy production. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 75, n. 4, p. 395-401, 2015.

MISRA, S.; GHOSH, A. Analysis of epicuticular waxes. In: **Essential oils and waxes**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1991. p. 205-229.

OHLROGGE, J; BROWSE, J. Lipid biosynthesis. **The plant cell**, v. 7, n. 7, p. 957, 1995.

PALMQUIST, D. L.; CONRAD, H. R. High fat rations for dairy cows. Effects on feed intake, milk and fat production, and plasma metabolites. **Journal of Dairy science**, v. 61, n. 7, p. 890-901, 1978.

PALHARES, J. C. P.; MORELLI, M.; JUNIOR, C.C. Impact of roughage- concentrate ratio on the water footprints of beef feedlots. **Agricultural Systems**, v. 155, p. 126-135, 2017.

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**, v. 40, n. 4, p. 325-334, 2023.

PEREIRA, M. G. et al. Production potential and quality of *Panicum maximum* cultivars established in a semi-arid environment. **Tropical Animal Science Journal**, v. 45, n. 3, p. 308-318, 2022.

QUIGLEY, K. M. et al. Soil nutrients and precipitation are major drivers of global patterns of grass leaf silicification. **Ecology**, v. 101, n. 6, p. e03006, 2020.

REDDY, K. O. et al. Chemical composition and structural characterization of Napier Grass fibers. **Materials Letters**, v. 67, p. 35-38, 2012.

REINA-PINTO, J. J.; YEPHREMOV, A. Surface lipids and plant defenses. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 47, n. 6, p. 540-549, 2009.

RIBEIRO, R. E. P. et al. The genotype does not influence the establishment of elephantgrass (*Pennisetum purpureum* Schum.). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.44, p. e54986, 2022.

RODRIGUES, P. C. G. et al. Ecologia dos brejos de altitude do Agreste Pernambucano. **Revista de Geografia**, v. 25, n. 3, p. 20-34, 2008.

ROLIM, G. S. et al. Planilhas no ambiente EXCEL TM para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.6, p.133-137, 1998.

SALES-SILVA, T. B. et al. The growth habits of tropical legumes affect the nutritive herbage value more than harvesting frequency. **Crop and Pasture Science**, v. 75, n. 1, p. 1-10, 2023.

SENGER, C. C. D. et al. Evaluation of autoclave procedures for fibreanalysis in forage and concentrate feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 146, p. 169-174, 2008.

SERAFIM, R. S.; ANTONELLI, A.; SANTOS, M. A. T. Determinação da matéria seca e proteína bruta pelo método convencional e microondas. **Zootecnia Animal Science**, v. 1, p.1139-1143, 2017.

SHARMA, V. et al. Defoliator attack (*Diorhabda lusca* maulik) on Kharik (*Celtis australis* L.): effect on nutritive value, phenology and biomass productivity. **Agroforestry Systems**, v. 98, n. 3, p. 551-566, 2024.

SILVA, P. H. F 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, n. 12, p. 1210-1222, 2023.

SILVA, N. V. **Aspectos morfológicos e cinética de produção de gás in vitro de genótipos decapim elefante de diferentes portes submetidos a duas frequências de colheita**. 2022. 64 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Recife-PE.

SILVA, S. H. B. 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.

SNIFFEN, C. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 3562-3577, 1992.

SOUZA, R. T. A. **Anatomia e valor nutritivo de genótipos de Capim-elefante de diferentes portes sob irrigação**. 2019. 107p. Tese (Doutorado). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Recife-PE.

SOUZA, R. T. D. 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, p. 2392, 2021.

SUH, M. C. et al. Plant lipid biology and biotechnology. **Plant Cell Reports**, v. 34, p. 517-518, 2015.

SUNUSI, A. A. et al. Yield and digestibility of Napiergrass (*Pennisetum purpureum* Schumach) as affected by the level of manure input and the cutting interval. **Journal of Japanese Society of Grassland Science**, v.43, n.3, p.209-217, 1997.

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of the British Grassland Society**, v. 18, n. 2, p. 104–111, 1963.

THORNTHWAITE, C., MATHER, J. The Water Balance. New Jersey: Drexel Institute of Technology. **Publications in Climatology**. 1955. p.104.

THOMPSON, K. E. N. et al. A comparative study of leaf nutrient concentrations in a regional herbaceous flora. **New Phytologist**, v. 136, n. 4, p. 679-689, 1997.

TLAHIG, S. et al. Genetic and seasonal variation in forage quality of lucerne (*Medicago sativa* L.) for resilience to climate change in arid environments. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 15, p. 100986, 2024.

TROM, E. R.; SHEATH, G. W.; BRYANT, A. M. Seasonal variations in total nonstructural carbohydrate and major element levels in perennial ryegrass and paspalum in a mixed pasture. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 32, n. 2, p. 157-165, 1989.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, A. Symposium: Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 3583-3597, 1991.

VELÁSQUEZ, P. A. T. et al. Composição química, fracionamento de carboidratos e proteínas e digestibilidade in vitro de forrageiras tropicais em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 1206-1213, 2010.

VIEIRA, R. A. M. et al. Fracionamento dos carboidratos e cinética de degradação in vitro da fibra em detergente neutro da extrusa de bovinos a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 889-897, 2000.

VYMAZAL, J. Concentration is not enough to evaluate accumulation of heavy metals and nutrients in plants. **Science of the Total Environment**, v. 544, p. 495-498, 2016.

WATTS, Kathryn A. Carbohydrates in forage: what is a safe grass. **Adv. Equine Nutr. IV**, p. 1-11, 2009.

WILLARD, E. Earl; SCHUSTER, Joseph L. Chemical composition of six southern Great Plains grasses as related to season and precipitation. **Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives**, v. 26, n. 1, p. 37-38, 1973.

WILSON, J. R.; FORD, C. W. Temperature influences on the growth, digestibility, and carbohydrate compositions of two tropical grasses, *Panicum maximum* var *Trichoglume* and *Setaria sphacelata*, and two cultivars of the temperate grass *Lolium perenne*. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 22, n. 4, p. 563-571, 1971.

CAPÍTULO 3

Micromorfologia de folha e colmo de genótipos de capim elefante

Micromorfologia de folha e colmo de genótipos de capim elefante

RESUMO

A medida que as demandas por alimentos e recursos sustentáveis aumentam, torna-se essencial aprofundar o conhecimento sobre a anatomia das estruturas vegetativas (caule e folha) de espécies de plantas forrageiras, visando otimizar seu manejo e aumentar a sua produtividade. Estudos histológicos têm demonstrado que as folhas do capim elefante apresentam características morfológicas adaptativas que favorecem a eficiência fotossintética. A presença de tecido de reserva, como o parênquima, influencia diretamente na digestibilidade da forragem e essas características histológicas podem impactar o valor nutritivo da planta forrageira, diminuindo a eficiência alimentar dos ruminantes. O estudo objetivou descrever e caracterizar a distribuição de células que apresentam parede secundária, com lignina e seu significado para a digestibilidade da matéria seca. Análise da estrutura anatômica de folhas e colmos de genótipos de capim elefante [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone] foi realizada em seções transversais da lâmina foliar e colmos dos genótipos Elefante B, IRI – 381, de portes alto, Mott e Taiwan A 146-2.37, de portes baixo e avaliados aos 60 e 90 dias de rebrota. Foi observada uma variabilidade na quantidade de fibras de esclerênquima e feixes vasculares nos genótipos, com diferentes portes e frequências de colheita. A digestibilidade de folhas e colmos destes genótipos é dependente da quantidade de fibras de esclerênquima e quantidade de células de condução do xilema, todas com lignina na composição da sua parede secundária. Os colmos dos clones Elefante B e IRI – 381 (porte alto), aos 60 e 90 dias, e Taiwan A 146–2.37 (porte baixo), aos 90 dias, mostraram maior quantidade de feixes vasculares, se destacando por uma maior quantidade de fibras de esclerênquima circundando estes feixes, indicando menor digestibilidade. O colmo do clone Mott (porte baixo) se destaca pela presença de uma menor quantidade de feixes vasculares, com menor quantidade de células de esclerênquima em seu entorno, tanto aos 60 quanto aos 90 dias da rebrota, além de maior espaço entre a epiderme e os feixes. Isto caracterizou este clone como indicador de uma maior digestibilidade para os animais.

Palavras chave: Histologia, aspectos anatômicos, *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone.

Leaf and stem micromorphological elephant grass genotypes

ABSTRACT

As the demand for sustainable food and resources increases, it is essential to deepen our knowledge about forage plant species anatomy of vegetative structures, aiming to optimize their management and increase productivity. Histological studies have shown that elephant grass leaves have adaptive morphological characteristics favoring photosynthetic efficiency. The reserve tissue presence, such as parenchyma, directly influences forage digestibility and these histological characteristics must impact forage plant nutritional value, reducing ruminants feed efficiency. The study aimed to describe and characterize the distribution of cells that have a secondary wall, with lignin, and its significance for dry matter digestibility. Anatomical structure of elephant grass [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone] genotypes leaves and stems was performed on cross sections of the leaf blade and stems of the tall sized genotypes (Elephant B, IRI-381) and short sized ones (Mott and Taiwan A 146-2.37) evaluated at 60 and 90 days of regrowth. Variability was found in the amount of sclerenchyma fibers and vascular bundles in the genotypes. The digestibility of leaves and stems of these genotypes is dependent on the amount of sclerenchyma fibers and the xylem conduction cells, all with lignin in their secondary wall composition. Elephant B and IRI-38, at 60 and 90 days, and Taiwan A 146-2.37, at 90 days, showed a greater quantity of vascular bundles, standing out for a greater quantity of sclerenchyma fibers surrounding their bundles, indicating lower digestibility. Mott stem genotype stands out for the presence of a smaller quantity of vascular bundles, with a smaller quantity of sclerenchyma cells around them, both at 60 and 90 days of regrowth, in addition to a greater space between the epidermis and the bundles. This characterized this clone as an indicator of greater digestibility for the animals.

Keywords: histology, anatomical aspects, *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone.

1. INTRODUÇÃO

O capim elefante [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone] é uma gramínea tropical de importância econômica, especialmente na alimentação de animais ruminantes (ROSA et al., 2019). À medida que as demandas por alimentos e recursos sustentáveis aumentam (SAATH et al., 2018), torna-se essencial aprofundar o conhecimento sobre a anatomia das estruturas vegetativas (raiz, caule e folha) de espécies de plantas forrageiras, visando otimizar seu manejo e aumentar a sua produtividade (PEREIRA et al., 2016).

Estudos histológicos têm demonstrado que as folhas do capim elefante apresentam características morfológicas adaptativas que favorecem a eficiência fotossintética (FERREIRA et al., 2024). A estrutura das folhas de gramíneas apresenta um mesofilo característico, com uma distribuição de feixes vasculares em linha paralela, circundados por fibras de esclerênquima, auxiliando na maior eficiência na interceptação de luz solar utilizada na fotossíntese (GARCIA et al., 2021). Tais adaptações são relevantes em condições de elevada luminosidade, onde a planta pode maximizar seu potencial fotossintético.

O conhecimento da anatomia do colmo, por sua vez, é relevante, não apenas pela sua importância como sistema vascular do capim elefante, que garante o transporte eficiente de água e nutrientes, mas pela sua implicação na digestibilidade (COSTA, 2020). Estudos mostram que a espessura das paredes celulares do colmo, presentes nas células de esclerênquima e parênquima, contribui não apenas para a resistência mecânica da planta, como também afeta negativamente a digestibilidade em ruminantes (VALENTE et al., 2011).

Uma das áreas de interesse para a pesquisa são as interações entre os aspectos anatômicos e o valor nutricional do capim elefante. A presença de tecido de reserva, como o parênquima, influencia diretamente na digestibilidade da forragem e essas características histológicas podem impactar o valor nutritivo da planta forrageira, diminuindo a eficiência alimentar dos ruminantes (FRANÇA et al., 2010).

O capim elefante é uma gramínea perene, de crescimento cespitoso que apresenta colmos eretos e dispostos formando touceiras, pode apresentar rizomas curtos e altura que varia conforme o porte da planta, alto ou baixo/anão. Quando do tipo anão, possui entrenós curtos, quando de porte alto, os entrenós são mais alongados (COUTINHO et al., 2015).

Dentre os cultivares desta espécie, observa-se que aqueles que apresentam maior espessura de parede celular e maior proporção de tecidos de sustentação, como o

esclerênquima, também apresentam menor digestibilidade (WILSON & MERTENS, 1995). Pode-se inferir que a seleção de genótipos com características anatômicas específicas pode ser uma estratégia eficaz para o seu cultivo e manejo mais eficiente, considerando uma melhor nutrição do animal.

Considerando a hipótese de que genótipos de porte alto e baixo apresentam diferentes proporções e arranjos dos tecidos, este estudo objetivou avaliar a estrutura anatômica de folhas e colmos de genótipos de capim elefante com diferentes portes, sob irrigação e duas frequências de colheita, aos 60 e 90 dias.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na cidade de Garanhuns, em Pernambuco, na Fazenda Experimental Professor Antônio de Pádua Maranhão Fernandes, da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). O município está localizado a 896 m acima do nível do mar, na mesorregião do Agreste Meridional de Pernambuco, em 80°53'25" de latitude Sul e 360°29'34" de longitude Oeste.

A vegetação é majoritariamente composta por Floresta subperenifólia, com presença de Floresta hipoxerófila (RODRIGUES et al., 2008). Os genótipos foram implantados na área experimental por meio de propagação vegetativa em abril/2016 em sulcos espaçados em 1,0 m (SOUZA, 2019). Foram realizadas colheitas sucessivas nas parcelas, nas frequências de 60 e 90 dias, conforme os tratamentos experimentais. O experimento iniciou - se em setembro/2019, após corte de uniformização, finalizando em maio/ 2022.

Os tratamentos foram constituídos por quatro clones de capim elefante, de porte alto Elefante B e IRI – 381, e de porte baixo, Mott e Taiwan A 146-2.37, sob irrigação e colhidos aos 60 e 90 dias de rebrota. As parcelas foram compostas por 25 m² de área total, com 16 m² de área útil.

Foi utilizado um sistema de irrigação por gotejamento, garantindo que todos os genótipos recebessem igualmente a lâmina de irrigação, repondo 100% da evapotranspiração da cultura, de acordo com o método de Penman-Monteith padronizado pela FAO/56 (ALLEN et al., 1998).

As amostras do material botânico foram coletadas em Março/2020, Março/2021 e Maio/2022, considerando as diferentes frequências de colheita, constituindo um total de 384 amostras de folhas e colmos para análises, incluindo as repetições. As amostras compreenderam a porção mediana da lâmina foliar e porções do colmo, próximas da

extremidade das plantas, uma vez que é o material procurados pelos ruminantes para sua alimentação.

O material foi processado e analisado no Laboratório de Fitomorfologia Funcional (LAFF), do Departamento de Biologia da UFRPE. Todas as amostras foram fixadas em solução de FAA50 (formaldeído, ácido acético glacial, etanol 50%; 5:5:90, v/v) (Johansen, 1940).

Foram obtidas frações da porção mediana das lâminas foliares das terceiras folhas com lígula totalmente exposta, a partir do ápice da planta (BRITO et al., 1999). As frações de colmos foram selecionadas na porção mediana do terceiro entrenó, no sentido base-ápice da planta.

Foram confeccionadas lâminas semi permanentes, de acordo com os seguintes passos: 1. retirada da amostra, 2. fixação – com o objetivo de evitar degradação dos tecidos por ação enzimática, 3. desidratação, 4. Corte histológico manual e 5. coloração.

As secções transversais da lâmina foliar e colmo foram fotografadas com câmera digital, sob microscópio óptico Opton, com objetivas de aumento variado (4x, 10x e 40x) para a identificação de células com parede secundária contendo lignina.

A análise funcional da influência da estrutura anatômica de folhas e colmos de capim elefante na digestibilidade de ruminantes foi realizada com a identificação da presença de células com parede secundária contendo lignina pela coloração vermelha específica com safranina, como também das fibras de esclerênquima e os elementos de condução do xilema (PEIXOTO et al., 2023).

3. RESULTADOS

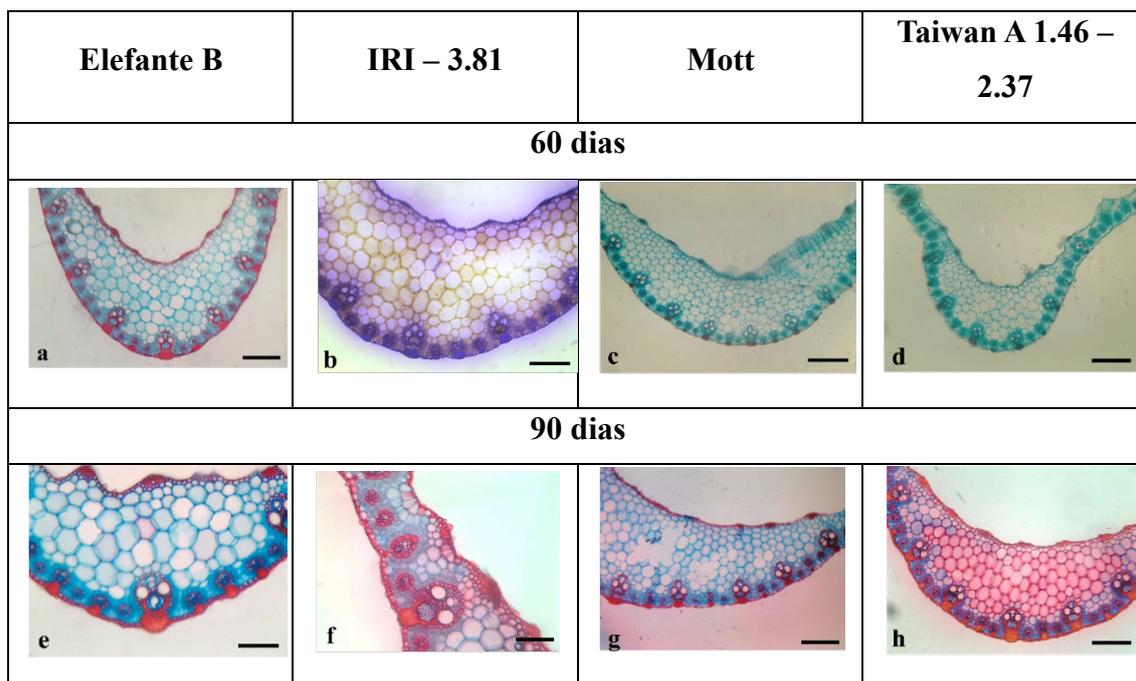


Figura 1. Estrutura anatômica da folha de clones de capim elefante, de porte alto, Elefante B e IRI – 381, e de porte baixo, Mott e Taiwan A 146–2.37, aos 60 e 90 dias de rebrota. Março/2020 Barras: 20 μ m.

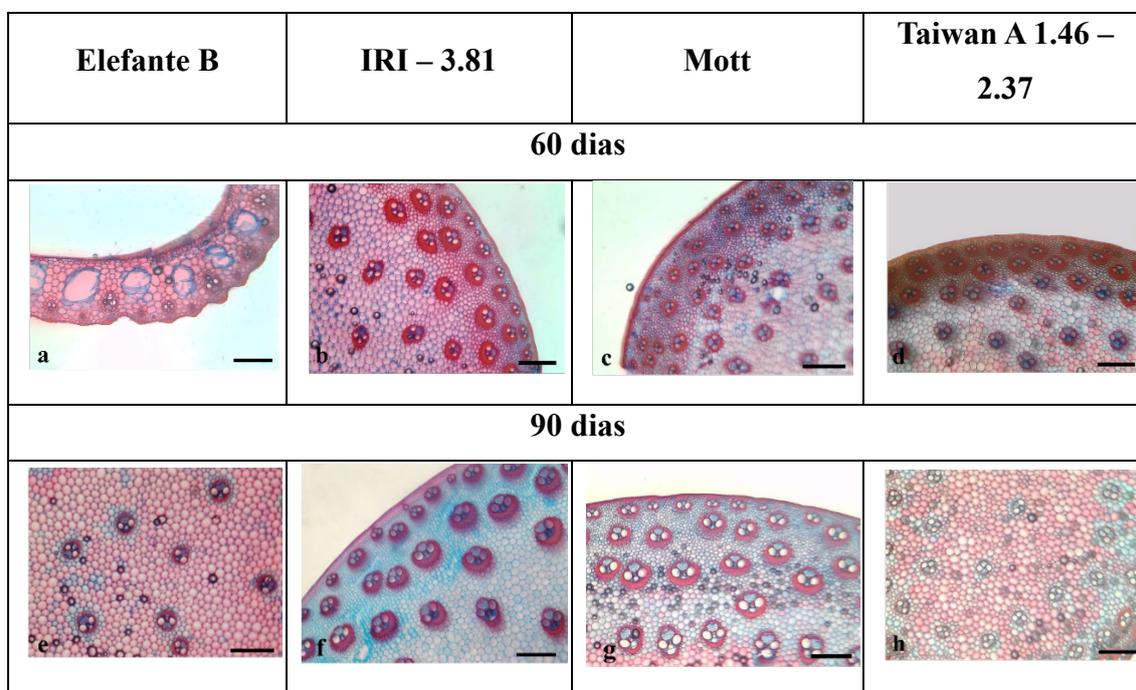


Figura 2. Estrutura anatômica no colmo de clones de capim elefante, de porte alto, Elefante B e IRI – 381, e de porte baixo, Mott e Taiwan A 146 - 2.37, aos 60 e 90 dias de rebrota. Março/2020. Barras: 200 μ m.

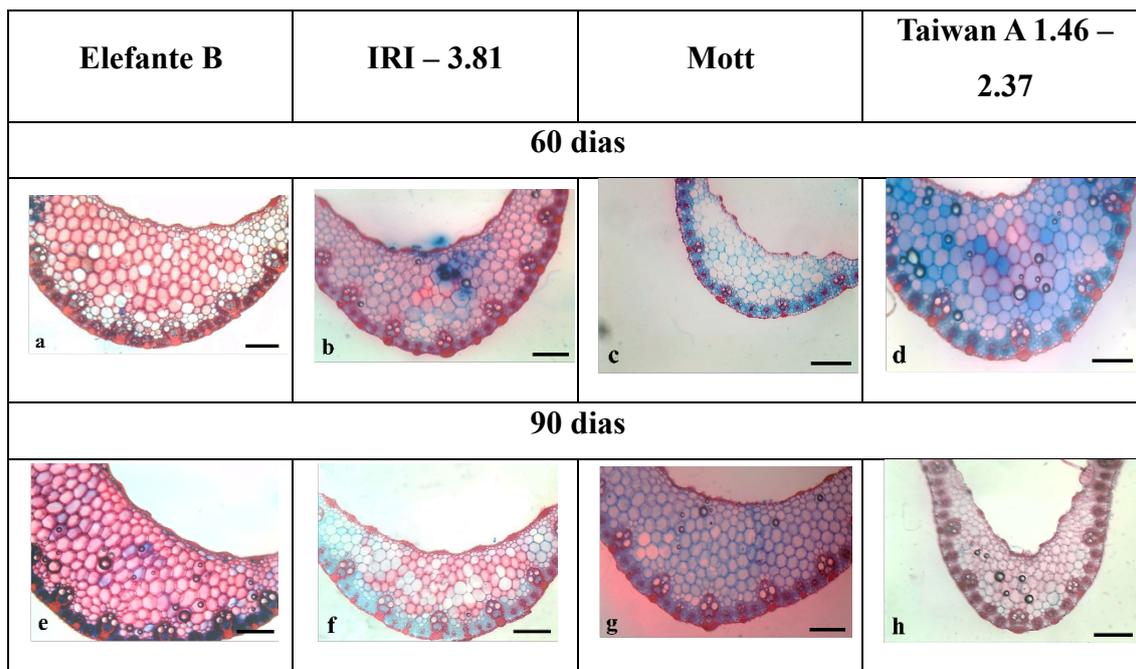


Figura 3. Estrutura anatômica da folha de clones de capim-elefante, de porte alto, Elefante B e IRI – 381, e de porte baixo, Mott e Taiwan A 146 - 2.37, aos 60 e 90 dias de rebrota. Março/2021. Barras: 200 μ m.

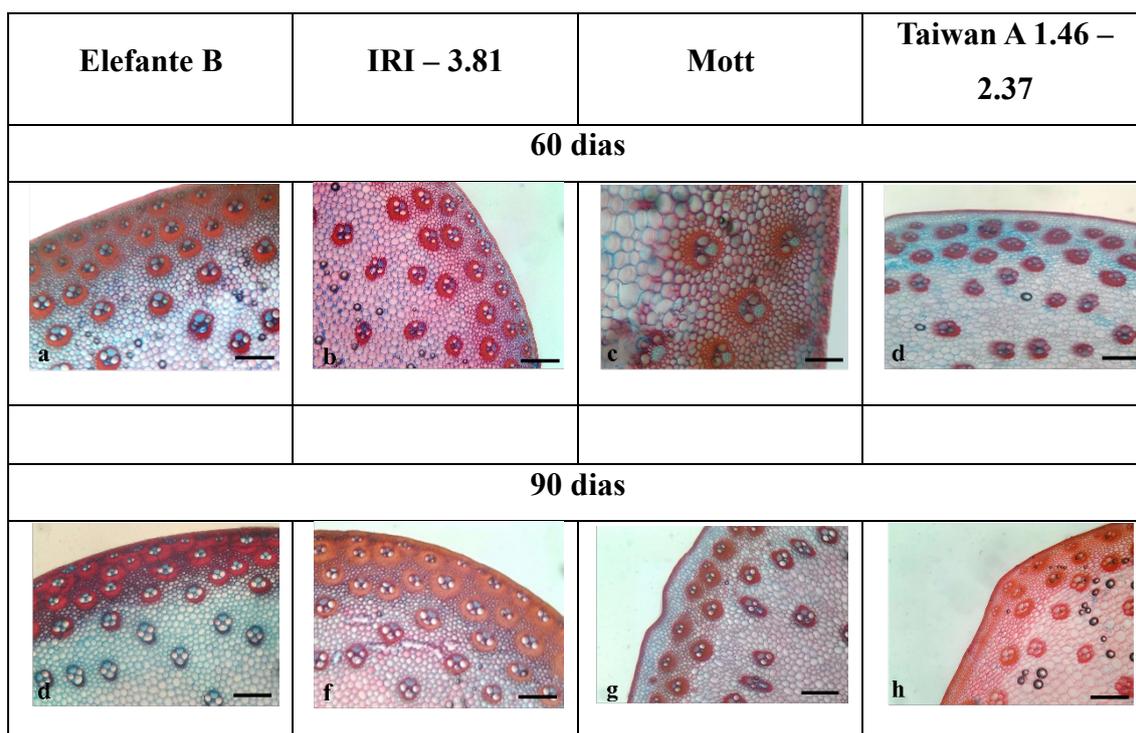


Figura 4. Estrutura anatômica no colmo de clones de capim elefante, de porte alto, Elefante B e IRI – 381, e de porte baixo, Mott e Taiwan A 146 - 2.37, aos 60 e 90 dias de rebrota. Março/2021. Barras: 200 μ m.

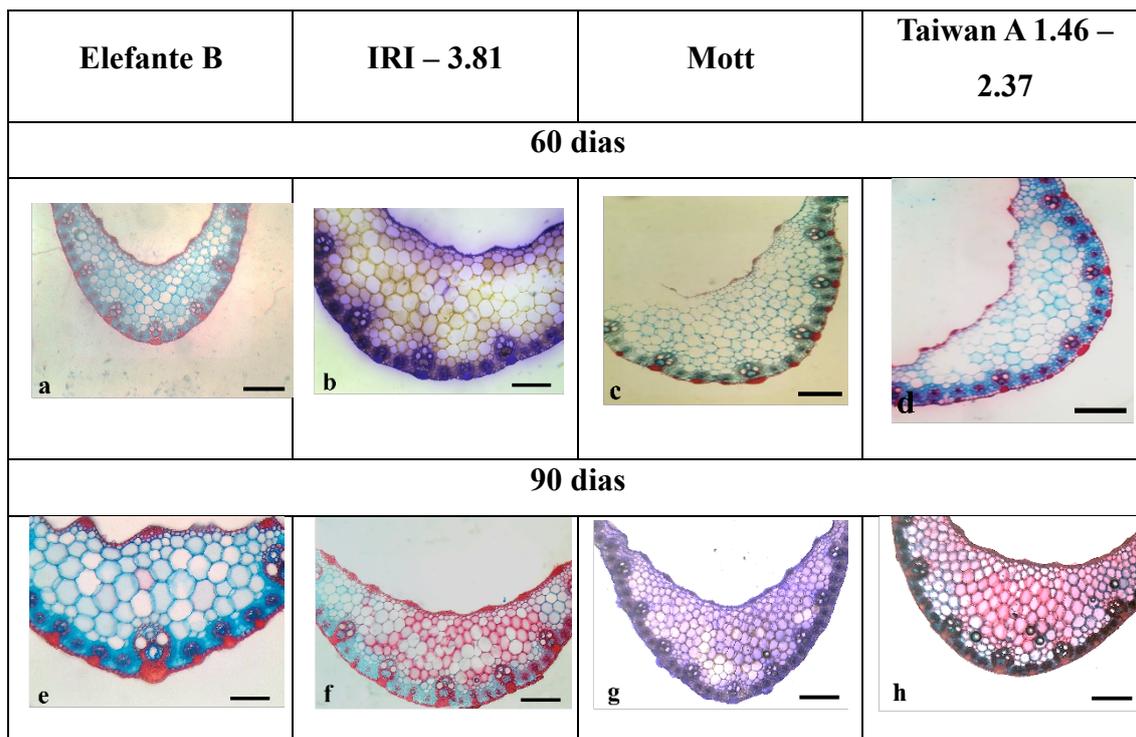


Figura 5. Estrutura anatômica da folha de clones de capim elefante, de porte alto, Elefante B e IRI – 381, e de porte baixo, Mott e Taiwan A 146 - 2.37, aos 60 e 90 dias de rebrota. Maio/2022. Barras: = 200 μ m.

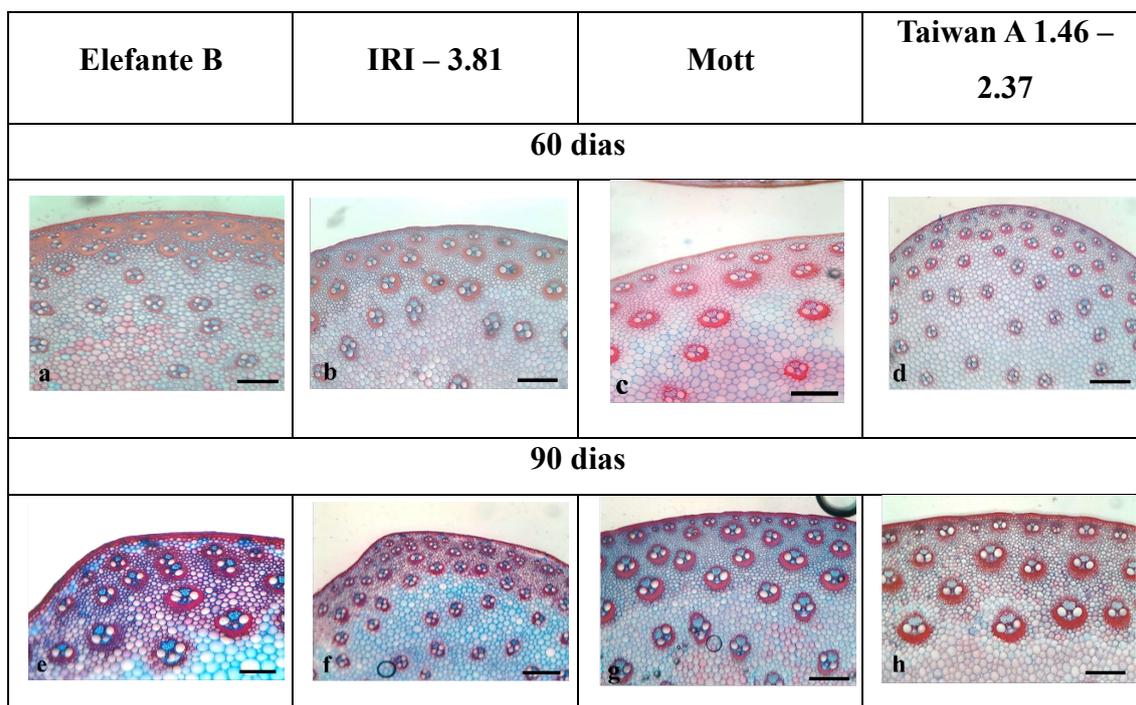


Figura 6. Estrutura anatômica no colmo de clones de capim elefante, de porte alto, Elefante B e IRI – 381, e de porte baixo, Mott e Taiwan A 146 - 2.37, aos 60 e 90 dias de rebrota. Maio/2022. Barras: = 200 μ m.

4. DISCUSSÃO

A estruturação anatômica de folhas e colmos dos clones utilizados neste estudo foi variável quanto à quantidade e grau de desenvolvimento dos feixes vasculares, quantidade de células de esclerênquima circundando estes feixes e sua distribuição nestes órgãos (Figuras 1 a 6).

As gramíneas tropicais apresentam epiderme menos degradável pela microbiota ruminal, quando comparadas às gramíneas de clima temperado (GERDES et al., 2000). Os tecidos do mesófilo, localizados abaixo da epiderme, apresentam células de parênquima sem grandes espaços intercelulares (MAAI et al., 2011).

O mesófilo confere maior digestibilidade às folhas (Figuras 1, 3 e 5), apresentando uma maior quantidade de células vivas, apenas com parede primária, sem lignina. O parênquima clorofiliano, responsável pela fotossíntese, apresenta células vivas, com paredes celulares sem lignina, constituídas por celulose e hemicelulose, conferindo maior digestibilidade. Entretanto, como as folhas apresentam as nervuras, as quais são constituídas por feixes vasculares; à medida que a folha amadurece, aumenta a quantidade de fibras de esclerênquima circundando esses feixes e aumenta o número de células de condução do xilema, constituídos por células que apresentam parede secundária com lignina, dificultando a digestibilidade.

Os feixes vasculares estão constituídos por células de xilema e floema, sendo responsáveis pela distribuição de água e fotoassimilados na planta, respectivamente. A presença de células de esclerênquima circundando os feixes vasculares em todos os órgãos das plantas é uma característica comum. Em geral, é encontrada uma maior quantidade de células de esclerênquima sobre a região das células do floema, isso representa uma proteção mecânica contra danos às células de condução, pois elas possuem apenas uma parede celular primária, constituída apenas por celulose e hemicelulose, sem lignina.

Outra característica comum às plantas vasculares, é o aumento na lignificação e espessamento das paredes celulares secundárias (WANG et al., 2013), indicando uma resposta da planta às condições ambientais, como restrição hídrica e aumento da temperatura do ar, durante seu desenvolvimento em espessura e altura de seus órgãos (GALL et al., 2015). Esta estrutura auxilia na manutenção da condição saudável da planta, quanto a manutenção da integridade biológica da planta (BOERJAN et al., 2003). É importante lembrar que as células de condução do xilema são constituídas por parede

secundária, contendo lignina e apenas após sua construção, as células estão mortas; o interior dessas células é ocupado pela água transportada no interior da planta (SOFFIATTI et al., 2013).

A presença de esclerênquima na planta auxilia na sustentação de seus órgãos (AZEVEDO et al., 2015), permitindo uma posição ereta, facilitando a captação de luz utilizada na fotossíntese. As células de esclerênquima apresentam parede celular secundária, caracterizada pela presença de lignina, substância que confere dureza e rigidez à célula, auxiliando em sua sustentação. Ao final da produção da parede secundária, as células estão mortas e aptas a desempenhar sua função de sustentação (PACIULLO, 2002).

O esclerênquima é encontrado circundando os feixes vasculares, com uma maior quantidade de células sobre o floema (AZEVEDO et al., 2015). Uma vez que as células de condução da seiva no floema estão vivas e apresentam apenas uma parede celular primária, constituída de celulose e hemicelulose, conferindo uma maior fragilidade quanto aos danos causados por impacto, a presença de uma maior quantidade de células de esclerênquima sobre elas protege contra os efeitos que provoquem uma interrupção na circulação da seiva na planta.

Além destas características, a presença destas células com parede secundária com lignina é importante na digestibilidade dos animais ruminantes (SILVA et al., 2012). Quanto maior for a quantidade e forma de distribuição destas células no colmo e folhas, maior dificuldade representará para a digestibilidade dos animais.

Os genótipos Elefante B e IRI – 381 (porte alto), aos 60 e 90 dias, e Taiwan A 146–2.37 (porte baixo), aos 90 dias, mostraram maior quantidade de feixes vasculares (Figura 7, círculo vazado), se destacando por uma maior quantidade de fibras de esclerênquima circundando estes feixes (Figura 7, seta), indicando menor digestibilidade. O colmo do genótipo Mott (porte baixo) se destaca pela presença de uma menor quantidade de feixes vasculares, com menor quantidade de células de esclerênquima em seu entorno, tanto aos 60 quanto aos 90 dias da rebrota, além de maior espaço entre a epiderme e os feixes (Figura 4, c). Isto caracterizou este genótipo como indicador de uma maior digestibilidade para os animais.

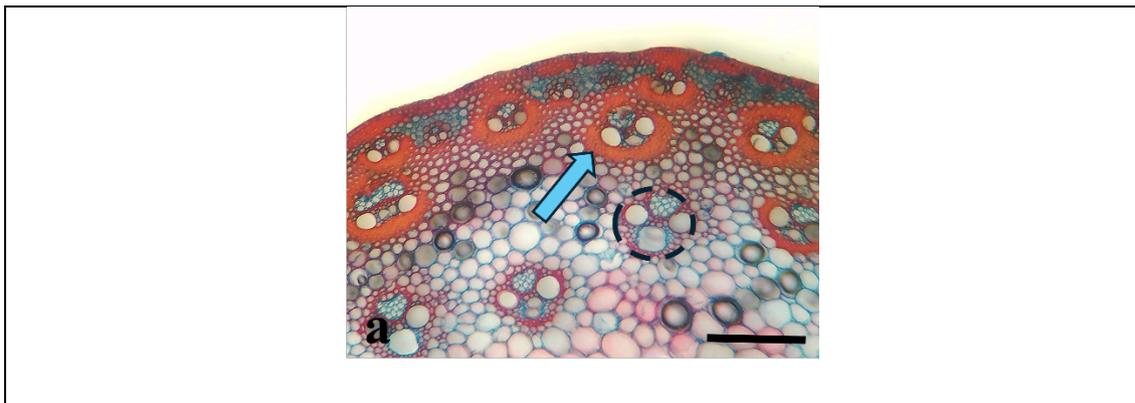


Figura 7. Vista transversal do colmo do genótipo Taiwan A 1.46 – 2.37, aos 90 dias da rebrota, com seta apontando fibras de esclerênquima e linha tracejada circundando um feixe vascular. Barra: 200 μ m.

A parede celular primária tem sua estrutura constituída por microfibrilas, que são estruturas filamentosas de moléculas de celulose e hemicelulose, dispostas em sobreposição, determinando a espessura desta parede pela quantidade de camadas. A parede celular secundária é produzida sobre a parede celular primária, em células de esclerênquima e elementos de condução do xilema, cuja constituição química é de celulose, hemicelulose e lignina, e sua espessura é também definida pela quantidade de camadas de microfibrilas (TAIZ et al., 2021).

De maneira geral, a degradação da parede celular vegetal está relacionada com a sua estrutura e composição química; na parede primária as microfibrilas estão constituídas por celulose e hemicelulose, enquanto nas células que produzem uma parede secundária sobre a parede primária, a lignina é acrescentada, dificultando sua digestibilidade e conferindo um sabor amargo.

A presença de uma maior quantidade de tecidos como o esclerênquima e o xilema, que apresentam parede secundária mais espessa com lignina, contribui para a qualidade inferior da forragem (WILSON, 1995).

5. CONCLUSÕES

Partes da planta com uma maior quantidade de células com parede secundária apresentam menor digestibilidade para ruminantes. À medida que aumenta o intervalo entre as frequências de colheita, aumenta a quantidade da parede secundária em células e lignina nas folhas dos genótipos estudados.

Os colmos dos genótipos de porte alto (Elefante B e IRI – 381) aos 60 e 90 dias de colheita apresentaram maior quantidade de feixes vasculares, assim como o genótipo de porte baixo Taiwan A 146–2.37, aos 90 dias de colheita, além de maior quantidade de fibras de esclerênquima circundando estes feixes, o que indica menor digestibilidade.

6. REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, C. F. D., QUIRINO, Z. G. M., & BRUNO, R. D. L. A. Estudo farmacobotânico de partes aéreas vegetativas de aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi, Anacardiaceae). **Revista brasileira de plantas medicinais**, 17(1), 26-35. 2015.
- BOERJAN, WOUT; RALPH, JOHN; BAUCHER, MARIE. Lignin biosynthesis. **Annual review of plant biology**, v. 54, n. 1, p. 519-546, 2003.
- BRITO, C. J. F. et al. Anatomia quantitativa e degradação *in vitro* de tecidos em cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 2, p. 223-229, 1999.
- COSTA, M. A. M. S. **Produtividade e valor nutricional do Capim-Elefante cv. BRS Capiáçu em diferentes idades de rebrota**. 2020.
- COUTINHO, M. J. F. et al. Características morfogênicas, estruturais e produtivas de capim-buffel sob diferentes turnos de rega. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 2, p. 216-224, 2015.
- FERREIRA, J. C. C., CRUZ, J. F., NEGREIROS, T. M. N., BRITO, W. B. M., LIMA, A. F. L., & SOUZA, A. E. D. Respostas morfofisiológicas de plantas de milho e jiló ao estresse hídrico induzido. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, 17(1), e11639-e11639, 2024.
- FRANÇA, A. A., GUIM, A., BATISTA, ÂNGELA M. V., PIMENTEL, R. M. DE M., FERREIRA, G. D. G., & MARTINS, I. D. S. L. Anatomia e cinética de degradação do feno de *Manihot glaziovii*. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, 32(2), 131-138, 2010.
- GALL, H.L., PHILIPPE, F., DOMON, J.M., GILLET, F., PELLOUX, J. and RAYON, C. Cell wall metabolism in response to abiotic stress. **Plants**, 4(1), pp.112-166. 2015.

GARCIA, L. F. et al. Central rib and the nutritive value of leaves in forage grasses. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 5440, 2021.

GERDES, L.; WERNER, J. C.; COLOZZA, M. T.; POSSENTI, R. A.; SCHAMMASS, E. A. Avaliação de características de valor nutritivo das gramíneas forrageiras Marandu, Setária e Tanzânia nas estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 4, p. 955-963. 2000.

JOHANSEN, D.A. **Plant Microtechnique**. New York: McGraw Hill Book. 523 p. 1940.

MAAI, Eri; MIYAKE, Hiroshi; TANIGUCHI, Mitsutaka. Differential positioning of chloroplasts in C4 mesophyll and bundle sheath cells. **Plant signaling & behavior**, v. 6, n. 8, p. 1111-1113, 2011.

PACIULLO, D. S. C. Características anatômicas relacionadas ao valor nutritivo de gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**, 32, 357-364, 2002.

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**, v. 40, n. 4, p. 325-334, 2023.

PEREIRA, L. E. T. et al. Princípios e recomendações para o manejo de pastagens. Pirassununga, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, 2016.

RODRIGUES, P. C. G. et al. Ecologia dos brejos de altitude do Agreste Pernambucano. **Revista de Geografia**, v. 25, n. 3, p. 20-34, 2008.

ROSA, P. P. et al. Características do Capim Elefante *Pennisetum purpureum* (Schumach) e suas novas cultivares BRS Kurumi e BRS Capiáçu. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 25, n. 1/2, p. 70-84, 2019.

SAATH, K. C. de O. et al. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 56, p. 195-212, 2018.

SILVA, Natanael Souza et al. Fatores antinutricionais em plantas forrageiras. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 4, p. 1, 2012.

SOFFIATTI, PATRICIA; PACE, MARCELO RODRIGO. XILEMA: TIPOS CELULARES E ASPECTOS DO DESENVOLVIMENTO. **Anatomia das plantas de Esau: meristemas, células e tecidos do corpo da planta: sua estrutura, função e desenvolvimento**, v. 409, p. 317, 2013.

SOUZA, R. T. A. **Anatomia e valor nutritivo de genótipos de Capim-elefante de diferentes portes sob irrigação**. 2019. 107p. Tese (Doutorado). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Recife-PE.

TAIZ, Lincoln et al. **Fundamentos de Fisiologia Vegetal-6**. Artmed Editora, 2021.

VALENTE, T. N. P. et al. Anatomia de plantas forrageiras e a disponibilidade de nutrientes para ruminantes: revisão. **Veterinária e Zootecnia**, v. 18, n. 3, p. 347-358, 2011.

WANG, Y., CHANTREAU, M., SIBOUT, R. and HAWKINS, S., Plant cell wall lignification and monolignol metabolism. **Frontiers in plant science**, 4, p.220. 2013.

WILCOX, D.; DOVE, B.; MCDAVID, D.; GREER, D. UTHSCSA image tool 3.0. TX: UTHSCSA, San Antonio. 2002.

WILSON, J. R.; MERTENS, D. R. Cell wall accessibility and cell structure limitations to microbial digestion of forage. **Crop Science**, v. 35, n. (1), p. 251-259. 1995.