



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

NATÁLIA VIANA DA SILVA

**ASPECTOS MORFOLÓGICOS E CINÉTICA DE PRODUÇÃO DE
GÁS *IN VITRO* DE GENÓTIPOS DE CAPIM-ELEFANTE DE
DIFERENTES PORTES SUBMETIDOS A DUAS FREQUÊNCIAS
DE COLHEITA**

**RECIFE-PE
FEVEREIRO- 2022**

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

**ASPECTOS MORFOLÓGICOS E CINÉTICA DE PRODUÇÃO DE GÁS *IN VITRO* DE GENÓTIPOS DE CAPIM-ELEFANTE DE DIFERENTES PORTES
SUBMETIDOS A DUAS FREQUÊNCIAS DE COLHEITA**

NATÁLIA VIANA DA SILVA

Zootecnista

**RECIFE-PE
FEVEREIRO- 2022**

NATÁLIA VIANA DA SILVA

**ASPECTOS MORFOLÓGICOS E CINÉTICA DE PRODUÇÃO DE GÁS *IN VITRO*
DE GENÓTIPOS DE CAPIM-ELEFANTE DE DIFERENTES PORTES
SUBMETIDOS A DUAS FREQUÊNCIAS DE COLHEITA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Zootecnia

Orientadora:

Prof.^a Dr.^a Mércia Virginia Ferreira dos Santos

Coorientadores:

Prof. Dr. Valdson José da Silva

Prof. Dr. André Luiz Rodrigues Magalhães

**RECIFE-PE
FEVEREIRO – 2022**

Silva, Natália Viana da

Aspectos morfológicos e cinética de produção de gás *in vitro* de genótipos de Capim-elefante de diferentes portes submetidos a duas frequências de colheita / Natália Viana da Silva – 2022.

64 f. : il.

Orientadora: Mércia Virginia Ferreira dos Santos

Coorientador: Valdson José da Silva

Coorientador: André Luiz Rodrigues Magalhães

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Recife, 2022.

1. Idade de corte. 2. Mott. 3. Portes da planta. 4. Produção de gás. I. Santos, Mércia Virginia Ferreira dos, orient. II. Silva, Valdson José da. Coorient. III. Título.



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

**ASPECTOS MORFOLÓGICOS E CINÉTICA DE PRODUÇÃO DE
GÁS *IN VITRO* DE GENÓTIPOS DE CAPIM-ELEFANTE DE
DIFERENTES PORTES SUBMETIDOS A DUAS FREQUÊNCIAS
DE COLHEITA**

Dissertação elaborada por

NATÁLIA VIANA DA SILVA

Aprovada em 17/02/2022

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Mércia Virginia Ferreira dos Santos
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Departamento de Zootecnia
(Orientadora)

Dr. Antônio Vander Pereira
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa
Embrapa Gado de leite – Juiz de Fora/MG

Prof. Dr. Divan Soares da Silva
Universidade Federal da Paraíba - UFPB
Departamento de Zootecnia

BIOGRAFIA DA AUTORA

NATÁLIA VIANA DA SILVA – Filha de Eustáquio Francisco da Silva (*in memoriam*) e Francisca de Assis Viana, nasceu na cidade de Natal – RN, em 25 de outubro de 1996. Ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Federal de Paraíba – Centro de Ciências Agrárias – Campus II (CCA/UFPB) em março de 2015, onde desenvolveu atividades de extensão e iniciação científica. Em 2020 recebeu o título de Zootecnista e ingressou no curso de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, em Recife-PE, na linha de pesquisa na área de Forragicultura, submetendo-se à defesa de dissertação para obtenção do título de Mestre em Zootecnia no dia 17 de fevereiro de 2022.

Aos meus pais, Eustáquio (*in memoriam*) e Francisca,
por todo carinho, cuidado e amor incondicional, e por serem os maiores incentivadores dos
meus estudos e sonhos, com todo suporte emocional e investimento em minha educação.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado força e ser meu abrigo.

Aos meus pais, Eustáquio Francisco da Silva (*in memoriam*) e Francisca de Assis Viana, por todos os ensinamentos e apoio durante toda essa jornada acadêmica e na vida. O amor incondicional e apoio me deram força e coragem para seguir adiante. Imensa gratidão a vocês.

À minha família, que superou minha ausência, muitas vezes, para poder chegar até aqui e acreditar na minha capacidade, em especial aos meus irmãos e sobrinhos.

À Gemerson Machado de Oliveira, pela parceria, ensinamentos e contribuição na vida acadêmica e pessoal, e toda ajuda nesta etapa da minha formação.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), pela oportunidade de ingresso no Programa de Pós-graduação em Zootecnia (PPGZ).

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão da bolsa de mestrado.

À minha orientadora, Prof.^a Mércia Virginia Ferreira dos Santos, pela orientação neste projeto, e por toda sua valiosa contribuição nas correções e orientações para o desenvolvimento deste trabalho. Agradeço também pela motivação e encorajamento em momentos difíceis, os quais foram muito importantes. Muito obrigada pelo incentivo à minha caminhada acadêmica e pelo exemplo de orientadora e profissional.

Aos coorientadores, Prof. Valdson José da Silva e Prof. André Luiz Rodrigues Magalhães, pela ajuda no desenvolvimento desta pesquisa, disponibilidade e ricas contribuições a esta dissertação.

À Prof.^a Rayanne Thalita de Almeida Souza, pela colaboração e valiosas contribuições para o desenvolvimento desta dissertação. Sou grata por toda ajuda para que fosse possível o desenvolvimento das análises de produção de gases, e por sempre estar disposta a colaborar para o andamento da dissertação. Muito obrigada por ser uma fonte de inspiração, como pessoa e profissional.

Aos graduandos da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFape), por toda ajuda e contribuição para o desenvolvimento das análises de produção de gases, foram de grande importância para que este trabalho pudesse ser desenvolvido da melhor forma, em especial a Luana, Túlio, Ana Clara e Priscila.

Aos responsáveis pelo Laboratório de Nutrição Animal - UFape, pela disponibilidade de uso do laboratório e equipamentos necessários para análise de produção de gases.

Aos amigos que a pós-graduação me deu: Elisvaldo Alencar, Géssica Solanna, Dayanne Camelo, Diana Valadares, Claudia Maciel, Maria Aline, Maria Nágila, Roberto Sobral, Lypson Simões, Pedro Mouzinho, Antônio Leopoldino, Aurielle Medeiros, Daniel Bezerra e aos demais, pela convivência, mesmo que pouca em função da pandemia, e apoio no desenvolvimento do experimento e instruções para realização das análises no laboratório, além do compartilhamento de conhecimentos.

Ao professor Márcio Viera da Cunha, pela ajuda, apoio e disponibilidade na análise estatística dos dados.

Agradeço ao Dr. Antônio Vander Pereira e ao Prof. Dr. Divan Soares da Silva, por aceitarem participar da banca examinadora desta dissertação e pelas contribuições na melhoria deste trabalho.

A todos os professores do PPGZ-UFRPE, pelo compartilhamento do conhecimento em suas disciplinas, as quais foram de grande contribuição para o meu aprendizado, em nome da coordenadora do curso, Prof.^a Dr.^a Antônia Sherlânea Chaves Vêras. Em especial, ao Prof. Levy Paes Barreto, pelo apoio, disponibilizando o Laboratório de Química Agrícola sempre que necessário.

Aos integrantes do grupo de pesquisa de Forragicultura da UFRPE, pelos ensinamentos repassados nos experimentos e na realização de análises laboratoriais, pela ajuda e incentivo.

Aos que colaboraram de forma direta ou indireta para a condução do experimento, em especial a Elisvaldo Alencar, companheiro de experimento, obrigada pelas contribuições e compartilhamento de conhecimento.

Ao laboratório de Nutrição Animal - UFRPE, em nome dos técnicos Carlos Mendes e Vanessa Fitipaldi, pelo apoio e disponibilidade para realização das análises.

Aos técnicos da Fazenda Experimental, em nome do técnico Vanilson Pedro da Silva, pelo auxílio na execução do trabalho em campo.

Aos que colaboraram de forma direta ou indireta na minha jornada acadêmica, em especial, a Janieire Bezerra por toda contribuição e apoio.

Aos PNPD's da Forragicultura no PPGZ, pelo acolhimento e direcionamento para realização das atividades na instituição, em especial a Williane Diniz, Italvan Macêdo, Suellen Costa e Osniel Faria.

Aos funcionários da Fazenda Experimental da UFRPE e servidores da UFAPPE, em especial a Dona Suzana, Renato, Claudio, Jair, Nivaldo, e aos demais funcionários, em nome do supervisor de campo Luiz, pelo convívio agradável, acolhimento e ajuda indispensável na condução do experimento em campo.

A todas as pessoas que contribuíram de forma direta ou indireta na execução desta pesquisa.

A TODOS, MINHA GRATIDÃO!

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1. Capim-elefante: classificação botânica, origem e características gerais	17
2.1.1. Aspectos da variabilidade entre genótipos de Capim-elefante.....	21
2.2. Efeito da frequência de colheita sobre características morfológicas e valor nutritivo ..	24
2.3. Técnica de produção de gás <i>in vitro</i> para estimar a fermentação ruminal	27
3. MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1. Área experimental, tratamentos experimentais e delineamento experimental	29
3.2. Variáveis morfológicas.....	33
3.3. Análise de produção de gás <i>in vitro</i>	34
3.4. Análises estatísticas	35
4. RESULTADOS	36
4.1. Variáveis morfológicas.....	36
4.2. Produção de gás <i>in vitro</i>	41
5. DISCUSSÃO	49
5.1. Variáveis morfológicas.....	49
5.2. Produção de gás <i>in vitro</i>	51
6. CONCLUSÃO.....	56
7. REFERÊNCIAS	56
APÊNDICES	64

RESUMO

O Capim-elefante [*Cenchrus purpureus* (Schum.) Morrone sin. *Pennisetum purpureum* Shum.] possui elevado potencial de produção de matéria seca, entretanto, apresenta alongamento do colmo precoce que contribui para rápida redução no valor nutritivo da forragem. Objetivou-se avaliar as características morfológicas e a cinética de produção de gás *in vitro* de genótipos de Capim-elefante de diferentes portes sob duas frequências de colheita no Agreste de Pernambuco. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental da UFRPE, em Garanhuns-PE, durante os anos de 2020 e 2021. O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas e quatro repetições, sendo a parcela principal constituída pelas frequências de corte de 60 e 90 dias e as subparcelas por quatro genótipos de Capim-elefante, sendo dois de porte alto (IRI-381 e Elefante B) e dois de porte baixo (Taiwan A-146 2.37 e Mott). Foram avaliadas as características morfológicas antes de cada colheita e amostras colhidas nos meses de julho, setembro, novembro e dezembro de cada ano para as análises de produção de gás *in vitro*. Os genótipos Elefante B e IRI-381 apresentaram maiores alturas, e o Elefante B, Mott e IRI-381 apresentaram maior diâmetro do colmo no período chuvoso. No período seco o Mott apresentou maior diâmetro. No período chuvoso, foi observado maior número de nós para os genótipos IRI-381 (7,8) e Elefante B (7,2), e o IRI-381 apresentou maior número de folhas por perfilho (12,9). O Mott apresentou maior relação lâmina foliar/colmo (L/C) (1,33), e observou-se maior relação L/C no período chuvoso (1,6). A variável comprimento do entrenó foi maior no período chuvoso (8,67 cm). A variável ângulo foliar foi maior aos 90 dias no período chuvoso (65,4°). O Taiwan A-146 2.37 produziu maior volume de gás pela fermentação dos carboidratos não fibrosos (CNF) aos 90 dias de colheita (155,9 mL). O Mott (0,0603 h⁻¹) apresentou maior taxa de degradação para CNF aos 90 dias. Observou-se maior produção de gás pela fermentação de carboidratos fibrosos (CF) pelo Mott aos 90 dias (150,4 mL), e maior taxa de degradação de CF pelos genótipos Taiwan A-146 2.37, IRI-381 e Elefante B. Observou-se maior lag time aos 90 dias de colheita durante o período chuvoso, e maior produção total de gás aos 60 dias no período seco (302,5 mL) para a planta inteira. Observou-se maior lag time para o Mott (7,4 h) e maior produção total de gás pelo Taiwan A-146 2.37 (310,5 mL), aos 60 dias de colheita. Os genótipos Mott (197,5 mL) e Taiwan A-146 2.37 (193,9 mL) apresentaram maior volume de gás pelos CF nas lâminas foliares no período seco, e o IRI-381 apresentou maior taxa de degradação para CF (0,0522 h⁻¹). Observou-se maior produção total de gás (285,6 mL) para a fração colmo aos 60 dias. Conclui-se que a frequência de colheita aos 60 dias é indicada para os genótipos de porte baixo no período chuvoso, e aos 90 dias no período seco. Os genótipos de porte baixo continuam apresentando melhores parâmetros de fermentação na frequência de colheita aos 90 dias.

Palavras-chave: Caracteres morfológicos. Fermentação *in vitro*. Genótipos. Idade de corte.

ABSTRACT

Elephant grass [*Cenchrus purpureus* (Schum.) Morrone sin. *Pennisetum purpureum* Shum.] has a high potential for dry matter production, however, it presents an early stem elongation that contributes to a rapid decline in the forage nutritive value. The objective of this study was to evaluate and explain variations in morphological characteristics and *in vitro* gas production kinetics of irrigated Elephant grass genotypes of different sizes under two harvesting frequencies. The experiment was carried out at the Experimental Farm of UFRPE, located in Garanhuns-PE, during a period of two years (2020 and 2021). The randomized complete block design was used with a split-plot arrangement and four replications, with the main plot consisting of harvesting frequencies of 60 and 90 days and the subplots of four elephant grass genotypes, two of which were tall (IRI- 381 and Elephant B) and two small ones (Taiwan A-146 2.37 and Mott). The morphological characteristics were evaluated before each harvest. Representative samples collected in the months of July, September, November and December used for the analyzes of *in vitro* gas production. Elefante B and IRI-381 genotypes had higher heights. Elefante B, Mott and IRI-381 genotypes presented the largest stem diameter in the rainy season, while in the dry season Mott showed the largest diameter. In the rainy season, the greatest number of nodes was observed for the genotypes IRI-381 (7.8) and Elefante B (7.2), and the genotype IRI-381 was the one with the greatest number of leaves per tiller with 12.9. Mott showed the greatest leaf /stem ratio (1.33), with values, on average, being greater during the rainy season (1.6). The internode length variable was influenced by the time of year, with a greater value in the rainy season (8.67 cm). The leaf angle was greater at 90 days harvest frequency during the rainy season (65.4°). Taiwan A-146 2.37 produced a greater volume of gas during the fermentation of non-fibrous carbohydrates (NFC) when harvested every 90 days (155.9 mL). Mott (0.0603 h⁻¹) showed the greater rate of degradation for NFC. Mott showed the greatest gas production by fermentation of fibrous carbohydrates (FC) when harvested every 90 days (150.4 mL), and higher rate of FC degradation by the genotypes Taiwan A-146 2.37, IRI-381 and Elephant B. There was a higher lag time at 90 days of harvest during the rainy season, and higher total gas production at 60 days in the dry season (302.5 mL) for the entire plant. A higher lag time was observed for Mott (7.4 h) and higher total gas production for Taiwan A-146 2.37 (310.5 mL), at 60 days of harvest. The genotypes Mott (197.5 mL) and Taiwan A-146 2.37 (193.9 mL) showed a higher volume of gas by FC on leaf blades in the dry period, and IRI-381 showed a higher rate of degradation to FC (0.0522 h⁻¹). A higher total gas production (285.6 mL) was observed for the stem fraction at 60 days. It is concluded that the frequency of harvest at 60 days is indicated for genotypes of small size in the rainy season, and at 90 days in the dry season. Small ones genotypes continue to show better fermentation parameters in terms of harvest frequency at 90 days.

Keywords: Morphological characters. *In vitro* fermentation. Genotypes. Cutting age.

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela 1. Características químicas do solo da área experimental, Garanhuns - PE.	31
Tabela 2. Altura da planta (cm) e número de folhas por perfilho de genótipos de Capim-elefante irrigados afetado pela interação frequência de colheita × genótipo, Garanhuns - PE.	36
Tabela 3. Diâmetro do colmo (mm), número de nó e número de folhas por perfilho de genótipos de Capim-elefante irrigados afetado pela interação período do ano × genótipo, Garanhuns - PE.....	38
Tabela 4. Altura de planta (cm), ângulo foliar (°), comprimento de folha (cm), diâmetro do colmo (mm), largura da folha (cm) e número de folhas por perfilho de genótipos de Capim-elefante irrigados afetado pela interação período do ano × frequência de colheita, Garanhuns - PE.....	40
Tabela 5. Volume de gás produzido (mL) e taxa de degradação (h^{-1}) de carboidratos não fibrosos e fibrosos da planta inteira dos genótipos de Capim-elefante irrigados afetado pela interação genótipo × frequência de colheita, Garanhuns - PE.	41
Tabela 6. Lag time (h^{-1}) e produção total de gás da planta inteira dos genótipos de Capim-elefante irrigados afetado pela interação frequência de colheita × período do ano, Garanhuns - PE.	43
Tabela 7. Volume de gás produzido por carboidratos não fibrosos (mL), volume de gás produzido (mL) e taxa de degradação dos carboidratos fibrosos (h^{-1}), lag time (h^{-1}) e produção total de gás da lâmina foliar dos genótipos de Capim-elefante irrigados afetado pela interação genótipo × frequência de colheita, Garanhuns - PE.	44
Tabela 8. Volume de gás produzido (mL) e taxa de degradação dos carboidratos fibrosos da lâmina foliar dos genótipos de Capim-elefante irrigados afetado pela interação genótipo × período do ano, Garanhuns - PE.	46
Tabela 9. Volume de gás produzido pelos carboidratos não fibrosos (mL), lag time (h^{-1}) e produção total de gás (mL) do colmo dos genótipos de Capim-elefante irrigados, Garanhuns - PE.	47
Tabela 10. Volume de gás produzido (mL) e taxa de degradação de carboidratos não fibrosos (h^{-1}) e produção total de gás (mL) do colmo dos genótipos de Capim-elefante irrigados afetado pela frequência de colheita, Garanhuns - PE.	47
Tabela 11. Volume de gás produzido (mL) e taxa de degradação de carboidratos não fibrosos (h^{-1}) e lag time (h^{-1}) do colmo dos genótipos de Capim-elefante irrigados afetado pelo período do ano, Garanhuns - PE.	48
Tabela 12. Taxa de degradação dos carboidratos fibrosos (h^{-1}) do colmo dos genótipos de Capim-elefante irrigados afetado pela interação genótipo × período do ano, Garanhuns - PE.....	48

LISTA DE ILUSTRAÇÕES**Página**

Figura 1. Localização geográfica da Fazenda Experimental da UFRPE, Garanhuns - PE.	30
Figura 2. Balanço hídrico, precipitação, ETc da cultura, irrigação (mm mês^{-1}), e temperatura média do ar ($^{\circ}\text{C}$) registradas durante o período experimental, Garanhuns - PE.	31
Figura 3. Relação lâmina foliar/colmo de genótipos de Capim-elefante irrigados afetado pelo ao efeito (A) genótipo e (B) frequência de colheita, Garanhuns – PE.....	37
Figura 4. Comprimento dos entrenós (cm) de genótipos de Capim-elefante irrigados afetado pelo efeito (A) período do ano e (B) genótipo, Garanhuns – PE.....	39

1. INTRODUÇÃO

O Capim-elefante [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone sin. *Pennisetum purpureum* Schumach] é uma gramínea de origem africana que se destaca devido à alta capacidade de produção e acúmulo de matéria seca (VIDAL *et al.*, 2017), sendo considerada uma das plantas forrageiras mais difundidas nas regiões tropicais e subtropicais do mundo (FERREIRA *et al.*, 2018).

O Capim-elefante apresenta bom valor nutritivo, aceitabilidade, vigor e persistência quando bem manejado (PEREIRA *et al.*, 2021), podendo ser utilizado sob pastejo ou corte (MARANHÃO *et al.*, 2018). Entretanto, apesar de ser um capim bastante utilizado no Brasil para alimentação dos ruminantes, dentro de um período relativamente curto, esta gramínea pode apresentar elevada redução no seu valor nutritivo, tornando-se muito fibrosa e pouco digestível, e com baixo conteúdo energético (MACHADO *et al.*, 2008).

Os genótipos de Capim-elefante são classificados em grupos distintos, considerando o porte da planta. Os capins classificados como porte baixo ou anão apresentam reduzido alongamento do colmo, contribuindo para menor perda do valor nutritivo com o avanço da maturidade, ao contrário do que ocorre para os capins de porte alto (CHAVES *et al.*, 2016). Segundo Silva *et al.* (2021a), avaliando genótipos de porte alto (Elefante B e IRI-381) e porte baixo (Mott e Taiwan A-146 2.37) sob frequência de colheita entre 68 e 99 dias, os cultivares de capim anão possuem maior valor nutricional do que os capins de porte alto, apresentando maior degradabilidade devido ao maior teor de proteína bruta. Desta forma, aspectos morfológicos e o porte do Capim-elefante podem ser considerados importantes para direcionar a utilização em sistemas de produção (SILVA *et al.*, 2021b).

A bacia leiteira de Pernambuco concentra-se na Mesorregião do Agreste do estado, com cerca de 72% da produção leiteira do estado de Pernambuco (IBGE, 2020). Em muitas propriedades do estado destinadas à atividade pecuária, parte da área é utilizada para cultivo de capineiras, sendo o Capim-elefante a principal gramínea forrageira cultivada.

Existem poucos trabalhos avaliando o desempenho de genótipos de Capim-elefante de porte baixo em capineiras. Estes materiais podem ser uma alternativa para pequenos produtores que possuem área de capineira e a utilizam diariamente, na maioria das vezes, com colheitas manuais e uso de mão de obra familiar (SILVA *et al.*, 2009). O programa de melhoramento do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), em parceria com a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), tem realizado pesquisas nas diferentes fases (LIRA *et al.*, 2010), e

novos materiais de porte baixo foram selecionados, como progênies oriundas do clone Taiwan A-146 (2.27, 2.37 e 2.114), do clone Merker México MX e do clone Mott (progênie 6.31) (Silva et al., 2009). De acordo com os autores, o clone Taiwan A-146 2.37 se destaca por apresentar características importantes como folhas mais eretas, maior perfilhamento e menor índice de doenças foliares, características estas que contribuem para maior produtividade.

Quanto ao manejo da planta, observa-se que a redução da frequência de colheita geralmente resulta em incrementos na produção de matéria seca, porém, paralelamente, ocorre declínio no valor nutritivo da forragem produzida, tendo a proporção dos componentes potencialmente digestíveis tendendo a diminuir e a de fibra, aumentar (MARTINS-COSTA *et al.*, 2008). De acordo com Carvalho *et al.* (2018), a frequência de colheita influencia o rendimento e a qualidade da forragem, assim, a idade da planta não deve ser superior a 75 dias para o Capim-elefante cv. Roxo, devido a diferenças em características morfológicas e no valor nutritivo da forragem colhida. Sanchês *et al.* (2018) avaliaram a anatomia quantitativa e degradação ruminal do Capim-elefante sob diferentes frequências de desfolhação (30, 45, 60, 75 e 90 dias), e observaram que o aumento na frequência de corte (30-90 dias) contribuiu para uma alteração significativa na proporção de tecidos, tendo aumento da presença de tecido vascular lignificado (xilema e esclerênquima) na planta, tecidos de difícil digestão. Souza *et al.* (2021), em estudo com genótipos de Capim-elefante de porte alto (Elefante B e IRI-381) e baixo (Mott e Taiwan A-146 2.37), com ou sem irrigação e frequência de corte de 60 dias, observaram que o genótipo Mott apresentou maior valor nutritivo e relação lâmina foliar/colmo, enquanto os genótipos de porte alto apresentaram maior proporção de tecidos lignificados. Os autores recomendaram ajustes na frequência de corte, a fim de se obter forragem com maior valor nutritivo.

O método de produção de gás *in vitro* permite a estimação de parâmetros da cinética digestiva ruminal dos carboidratos fibrosos e não fibrosos (SCHOFIELD *et al.*, 1994), sendo uma forma de avaliação dos parâmetros de fermentação do alimento no ambiente ruminal, contribuindo para seleção de genótipos que possam melhorar os índices produtivos.

A hipótese do presente trabalho é que (i) os genótipos de Capim-elefante de porte alto e baixo, quando manejados sob diferentes frequências de colheita, apresentam diferenças morfológicas, bem como que os genótipos de porte baixo apresentam maior valor nutritivo e menor variação na cinética de fermentação ruminal.

Neste sentido, objetivou-se avaliar as características morfológicas e a cinética de produção de gás *in vitro* de genótipos de Capim-elefante de diferentes portes irrigados sob duas frequências de colheita no Agreste de Pernambuco.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Capim-elefante: classificação botânica, origem e características gerais

O Capim-elefante pertence à família Poaceae, subfamília Panicoideae, tribo Paniceae, e ao gênero *Cenchrus*, antigo *Pennisetum* (CHEMISQUY *et al.*, 2010), tendo o gênero *Cenchrus* englobado o gênero *Pennisetum*, com base em caracteres morfológicos e análises moleculares, indicando origem comum.

O *Cenchrus purpureus*, conhecido popularmente como Capim-elefante, é uma das espécies forrageiras mais difundidas no Brasil. O descobrimento e a divulgação desta gramínea como planta forrageira foram realizados pelo coronel Napier Springer (CAVALCANTE; LIRA, 2010), e sua introdução no Brasil, conforme Veiga *et al.* (1985), se deu por mudas provenientes de Cuba, por volta de 1920, para o estado de São Paulo, sendo principalmente os genótipos Napier (Elefante A) e Mercker (Elefante B).

Esse capim tropical também é utilizado na fabricação de papel e produção de energia renovável (WU *et al.*, 2020). No Brasil, é comumente utilizado por produtores rurais, destacando-se entre os que trabalham com pecuária leiteira (LIMA *et al.*, 2008), devido a sua adaptação às condições edafoclimáticas do Brasil (SARAIVA; KONIG, 2013).

O Capim-elefante possui hábito de crescimento cespitoso, de porte ereto, podendo ultrapassar três metros de altura, apresentando entrenós de 15 a 20 cm, diâmetro de até 2,5 cm, e sistema radicular de raízes grossas e rizomatosas. As folhas atingem até 1,25m de comprimento, tendo no máximo 4,0 cm de largura, as inflorescências não apresentam aparência de espigas (Figura 1), mas são classificadas como panículas espiciformes (PEREIRA *et al.*, 2010).

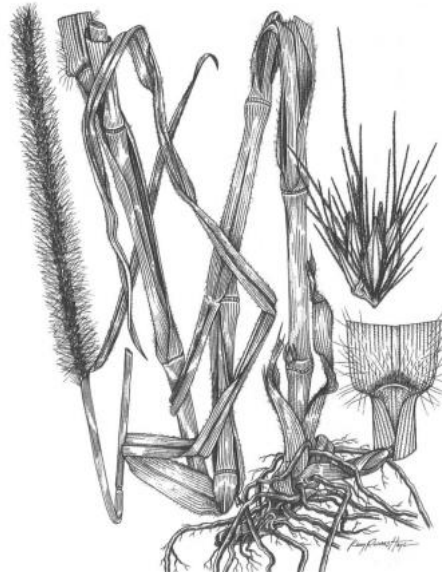


Figura 1. Ilustração da planta de Capim-elefante com presença de rizomas, inflorescência panícula espiciforme com espiguetas de 5 a 7 mm de comprimento e lígula composta de pelos de 1 mm de altura. Fonte: Adaptado de Hanna *et al.* (2004).

O Capim-elefante tem número básico cromossômico igual a sete, tendo evoluído como um alotetraplóide ($2n = 4x = 28$) de polinização cruzada, com comportamento diplóide normal (HARRIS *et al.*, 2009). A principal dificuldade existente para o cultivo do capim está relacionada à sua forma de propagação vegetativa, por meio do uso de estacas (NYAMBATI *et al.*, 2010), visto que este tipo de propagação contribui para o aumento do custo de transporte dos colmos e plantio da forrageira, bem como impossibilita o armazenamento das estacas por longo período (PEREIRA *et al.*, 2003).

Embora o Capim-elefante seja uma espécie alógama com capacidade de produzir sementes viáveis por cruzamentos, a maioria das cultivares são clones, gerando sementes por autofecundação. Esta espécie apresenta florescimento protogínico, pois o estigma se desenvolve, murcha e morre antes da maturação das anteras, dessa forma, evitando a autofecundação dentro da mesma inflorescência e favorecendo os cruzamentos. Contudo, em populações clonais, que representam a maioria das cultivares, os cruzamentos ocorrem entre plantas do mesmo genótipo, gerando sementes por autofecundação. Essas sementes são consideradas inadequadas para a propagação (HANNA *et al.*, 2004), devido a apresentarem baixa germinação e gerar plantas de baixo vigor. A vantagem da propagação vegetativa é que os genótipos superiores resultantes dos cruzamentos podem ser fixados e propagados, mantendo de forma permanente a constituição genotípica (ROSA *et al.*, 2019).

Os híbridos interespecíficos (hexaploides), obtidos pela combinação genética entre o milheto (*Pennisetum glaucum* (L) R.Br) e o Capim-elefante, têm-se revelado como uma boa alternativa para a obtenção de cultivares superiores que se propagam por meio de sementes (SOUZA SOBRINHO *et al.*, 2008). Como exemplo, o cv. Paraíso, que é um híbrido inter-específico resultante do cruzamento entre milheto (*Cenchrus glaucum*) com o Capim-elefante, gerando um híbrido estéril (triploide $2n=3x=21$), seguido de duplicação cromossômica para torná-lo fértil (reprodução sexuada), ou seja, hexaploide ($2n=6x=42$) (TEGAMI NETO; MELLO, 2007).

O Capim-elefante, assim como outras espécies forrageiras, apresenta susceptibilidade a algumas pragas e doenças, tendo destaque a helmintosporiose, conhecida popularmente como mancha ocular. De acordo com Pereira *et al.* (2016), a mancha ocular é ocasionada pelos fungos *Helminthosporium sacchari* e *H. ocellum*, acarretando sérios prejuízos à produção e à qualidade da forragem, bem como em relação à persistência da planta.

Silva *et al.* (2010), em experimento sobre variação e herdabilidade de caracteres morfológicos de clones de Capim-elefante, avaliaram a presença de doenças com notas de 1 a 3 (susceptíveis a resistentes). Os autores identificaram a presença do fungo *H. sacchari* (*Bipolans sacchan*), responsável pela helmintosporiose, mediante sintomas como aparecimento de pequenas manchas dispersas desde o limbo até a bainha, considerando como o maior dano ocasionado pelo fungo a diminuição da área fotossintética das folhas, prejudicando a produção de matéria seca. Dos clones avaliados, apenas o CNPGL94F43.2, CNPGL93F08.1 e cv. Mineirão mostraram-se resistência a helmintosporiose e foi atribuído nota 3. Oliveira *et al.* (2011) encontraram relação entre o período de maior precipitação o aparecimento do fungo *Helminthosporium* em clones de Capim-elefante em experimento na região da Zona da Mata em Pernambuco, evidenciando que a incidência de doenças foi afetada pelas condições climáticas. Os autores observaram que os genótipos Pusa Napier 1 P 31 e Roxo de Botucatu P 80 apresentam ampla adaptabilidade, tolerância ao *Helminthosporium* sp. e comportamento estável nas condições da Zona da Mata de Pernambuco, enquanto que o Pioneiro e o híbrido HV 241 mostraram-se susceptíveis ao *Helminthosporium* sp., com comportamentos instáveis, e os genótipos Mineirão e Gigante de Pinda P 73 são os mais resistentes.

Em experimento desenvolvido na mesma região, Cunha *et al.* (2013) associaram a menor produção de forragem de cinco genótipos de porte baixo (Taiwan A-146 2.37, Taiwan A-146 2.27, Taiwan-146 2.114, Merker México MX 6.31 e Mott), e dois de porte alto (Elefante B, também conhecido como Mercker, e o IRI-381), além do híbrido de Capim-elefante com o

milheto (HV-241), ao desenvolvimento da helmintosporiose, principalmente no período em que houve maior precipitação.

Em relação ao manejo de corte do Capim-elefante, Cóser *et al.* (2000) recomendam a realização de cortes rentes ao solo. Também Santos *et al.* (2001a), que avaliaram o efeito de diferentes alturas de corte (0, 15, 30 e 45 cm) sobre a produtividade do Capim-elefante cv. Roxo no Brejo Paraibano, e observaram que o manejo dos cortes teve influência sobre a produção da forrageira, em que para cada centímetro de elevação nas alturas dos cortes, houve redução de 22,8 kg/ha na produção de matéria seca (MS), sendo o corte rente ao solo indicado como adequado para o manejo da capineira em virtude do maior aproveitamento da forragem. Além de promover o desenvolvimento de maior número de perfilhos por área, enquanto os cortes com altura mais elevada resultaram em plantas mais altas, não favorecendo, assim, o desenvolvimento de gemas basais (SANTOS *et al.*, 2001b).

O uso desta gramínea na alimentação animal pode ser na forma de forragem picada ou após processo de conservação, como feno ou silagem (GIMENES *et al.*, 2016). É uma espécie que apresenta grande variabilidade genética, diferenciando-se por características morfológicas, reprodutivas, agronômicas e bioquímicas (ARAÚJO *et al.*, 2011).

O Capim-elefante é uma gramínea de metabolismo C₄, que apresenta alta eficiência fotossintética (VALE; AZEVEDO, 2013). A produção de biomassa depende das características edafoclimáticas e do cultivar, e de acordo com Pereira *et al.* (2016) pode chegar a 300 t/ha/ano massa verde, considerando três cortes anuais para o cv. BRS Capiaçú. Enquanto para o genótipo Paraíso (híbrido Capim-elefante x milheto), a produção total de MS pode chegar a 31,7 t/ha aos 150 dias de rebrotação com aplicação da dose de 142 kg ha⁻¹ de N (FLORES *et al.*, 2012). Araújo *et al.* (2011), avaliando o cultivar Mott sob frequência de colheita de 42 dias, encontraram taxa de acúmulo de forragem 112,8 kg.ha.dia⁻¹, com precipitação total de 951 mm durante o período experimental.

Além de apresentar elevado potencial de produção, apresentando-se como uma espécie importante para a manutenção de altos níveis de produção (SILVA *et al.*, 2011), e podem ser manejados sob pastejo ou corte (MARANHÃO *et al.*, 2018), a depender de suas características agronômicas, como a altura da planta, a produção de matéria verde total e de matéria seca total, a produção de matéria seca de folhas e de caules, a relação folha/colmo, o número de perfilhos e o vigor de rebrotação (LEÃO *et al.*, 2012).

O Capim-elefante é considerado uma planta exigente em fertilidade, devido ao seu elevado potencial de produção (FLORES *et al.*, 2012), Mota *et al.* (2010) avaliaram o Capim-elefante cv. Pioneiro sob quatro doses de nitrogênio (100, 300, 500 e 700 kg/ha, fonte ureia) e seis lâminas d'água (0, 20, 40, 80, 100 e 120% da evapotranspiração de referência). Os autores observaram melhor resposta a dose de 500 kg.ha⁻¹ associada a 100% de evapotranspiração, com produtividade de 19.337,16 kg MS, considerando três cortes durante o período seco.

Martuscello *et al.* (2016), avaliando a produção de massa seca do Capim-elefante cv. Cameroon, observaram que a medida que se elevou as doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de N, fonte ureia), com três aplicações, verificou-se maior produção de massa seca das lâminas foliares e massa seca do colmo, afirmando que plantas adubadas com maior dose de nitrogênio apresentaram maior acúmulo de matéria seca total, além de promover efeito linear e positivo nos teores de proteína bruta de lâminas foliares (60 g.kg⁻¹) e colmos (40 g.kg⁻¹).

2.1.1. Aspectos da variabilidade entre genótipos de Capim-elefante

O número de genótipos de Capim-elefante é elevado, apresentando ampla variabilidade morfológica. Pereira *et al.* (2001) classificaram os genótipos de Capim-elefante em grupos por meio de caracteres morfológicos, destacados a seguir:

- Grupo Anão: os genótipos deste grupo são mais adaptados ao pastejo em função do menor comprimento do entre nós. São plantas de porte baixo (1,5 m) e alta relação lâmina foliar/colmo. Exemplo: Mott e a BRS Kurumi.

- Grupo Cameroon: apresenta plantas de porte ereto e de colmos eretos e grossos, alta predominância de perfilhos basais, com folhas largas e florescimento mais tardio (de maio a julho), e touceiras densas. Exemplo: Cameroon, Piracicaba, Vruckwona, Guaçu, IRI-381 e BRS Capiáçu.

- Grupo Mercker: caracterizado por apresentar plantas de menor porte, com colmos mais finos, folhas menores e finas, e mais numerosas e florescimento precoce (março a abril). Exemplo: Mercker, Mercker comum e Mercker Pinda.

- Grupo Napier: os genótipos deste grupo apresentam plantas com colmos grossos, folhas largas e com touceiras mais abertas. A período de florescimento é considerada intermediária (abril a maio). Exemplo: Napier, Mineiro e Taiwan A-146.

- Grupo dos híbridos: Os genótipos são derivados de cruzamentos entre espécies de Capim-elefante [*Cenchrus purpureus* (Schum.) Morrone] e o milheto [*C. glaucum* (L.) R. Br],

apresentando florescimento precoce, morfologia e características intermediárias entre os progenitores, e são estéreis. Exemplo: Pusa Gigante Napier, Mineiro x 23A, Mineiro x 293DA, HV-241, Hexaploide e Paraíso.

Existe uma grande variabilidade genética nos genótipos de Capim-elefante, sendo estes classificados em grupos, de acordo com sua variabilidade genética que contribuem para diferenças em suas características morfológicas, agrônômicas e fisiológicas. Ao exemplo dos diferentes genótipos que podem ser classificados pelo porte: alto e baixo (Figura 2). Os genótipos de porte baixo apresentam reduzido alongamento do colmo, minimizando a redução do valor nutritivo com o avanço da maturidade, ao contrário dos capins de porte alto (CHAVES *et al.*, 2016).

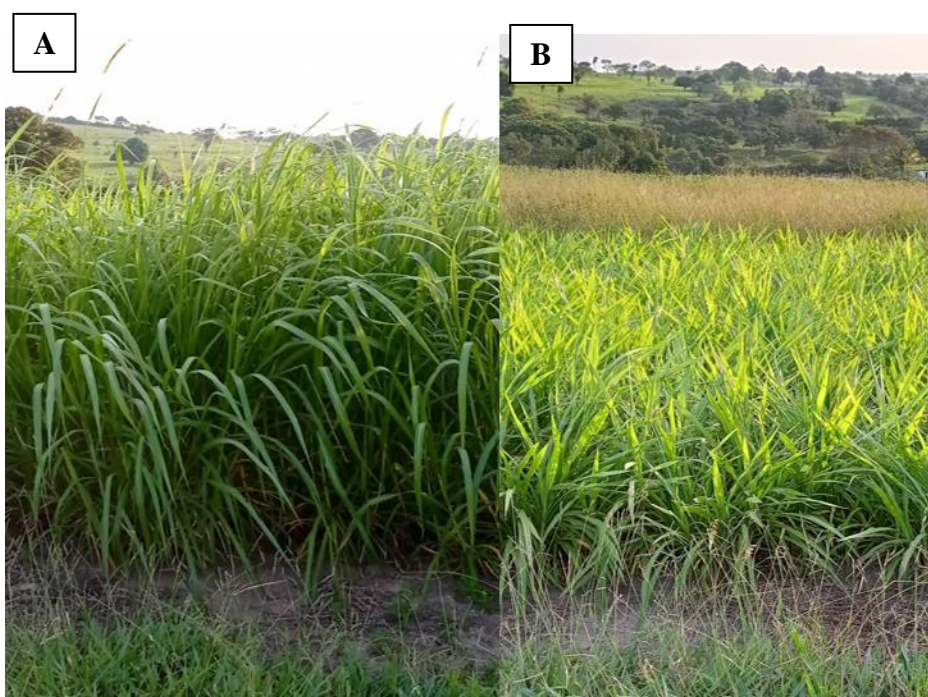


Figura 2. Genótipos de Capim-elefante [*Cenchrus purpureus* (Schum.) Morrone sin. *Pennisetum purpureum* Schum.] (A) de porte alto (cv. Elefante B) e (B) de porte baixo (cv. Mott), Garanhuns – PE.

Os genótipos de Capim-elefante podem ser utilizados para diferentes propósitos, sendo os de porte alto comumente utilizados para formação de capineiras, e os de porte baixo uma alternativa para a formação de pastagem. Segundo Viana *et al.* (2018), as cultivares de porte baixo podem ser uma alternativa mais apropriada inclusive para pequenos ruminantes, pela maior relação lâmina foliar/colmo e o menor porte, facilitando a apreensão pelo animal. De acordo com Souza (2019), o Capim-elefante de porte baixo possui diferenças morfológicas, de rendimento e de valor nutritivo, que apesar de produzir menor quantidade de forragem, produz

fornagem de maior valor nutritivo, em função da maior relação lâmina foliar/colmo, visto que que as folhas apresentam melhor valor nutritivo em relação aos colmos.

Os genótipos de porte alto Elefante B, também conhecido como Merker, foi um dos primeiros genótipos introduzido no Brasil pela EMBRAPA – CNPGL, com mudas provenientes de Cuba, e apresentou elevado número de perfilhos basilares e axilares em testes preliminares realizados pelo Instituto Agrônômico de Pernambuco (IPA) (CAVALCANTE *et al.*, 2013). O clone IRI-381 foi introduzido em Pernambuco por material de propagação derivado do IRI (IBEC *Research Institute*), sendo recomendado para utilização em capineiras no estado de Pernambuco, por exibir grande adaptação à Zona da Mata e ao Agreste pernambucano, além da elevada produtividade de forragem (FREITAS *et al.*, 2009; LIRA *et al.*, 2010).

O cultivar Mott foi selecionado em 1977, na Geórgia – EUA, denominado Capim-elefante anão “Tift N 75” (HANNA; MONSON, 1988), advindo de uma progênie autofecundada do cultivar Merkeron (RIBEIRO *et al.*, 1999). Para homenagear as pesquisas iniciais desenvolvidas pelo prof. Gerald O. Mott com o “Tift N 75”, denominaram este material de Capim-elefante anão Mott, sendo esta considerada uma forragem de alta qualidade selecionada na Flórida (SOLLENBERGER, 1989) e introduzida no Brasil na década de 80 (ALMEIDA *et al.*, 2000). É uma cultivar forrageira tropical de porte baixo destinada ao pastejo por apresentar menor elevação do seu caule e maior proporção de folhas ao longo do seu desenvolvimento (CRESTANI *et al.*, 2013), podendo atingir uma altura de até 1,8 m (ARAÚJO *et al.*, 2011).

Desde a década de 1960, desenvolve-se em Pernambuco o programa de melhoramento genético do Capim-elefante e de seus híbridos com milheto. Deste programa, materiais foram continuamente gerados e avaliados. A exemplo do genótipo Taiwan A-146 2.37, classificado como porte baixo e obtido pela autofecundação de outros genótipos do grupo Taiwan (SILVA *et al.*, 2009).

Lima *et al.* (2008), avaliando o valor nutritivo de genótipos promissores de Capim-elefante (CNPGL 91-25-01, CNPGL 94-09-01, CNPGL 91-06-02, CNPGL 94-07-02, CNPGL 92-70-02, CNPGL 92-79-02, CNPGL 93-32-02, CNPGL 94-49-06, CNPGL 92-94-01, BAG 66, cv. Napier e CV. Cameroon) no norte-fluminense, não observaram diferenças nos teores de proteína bruta (PB) entre os genótipos com valores geralmente superiores a 70g/kg de MS. Os autores reportaram que o genótipo CNPGL 92-70-02 apresentou menor teor de fibra em detergente neutro (FDN) (722,2 g.kg⁻¹), o que poderia permitir maior consumo pelo animal. Ainda de acordo com os autores, o maior teor proteico e menor valor de FDA corroboram para

maior digestibilidade, sendo provavelmente influenciado pelo desenvolvimento menos intenso dos genótipos avaliados, obtendo menores teores de FDN, FDA e lignina, como no caso do genótipo CNPGL 91-25-01.

2.2. Efeito da frequência de colheita sobre características morfológicas e valor nutritivo

É desejável que o Capim-elefante apresente altos teores de proteína bruta e baixos teores de fibra, garantindo um maior valor nutricional e maior digestibilidade do material. Entretanto, apresenta com o avanço maturação, alongamento do colmo, e conseqüentemente, ocorre elevação no teor de fibra e redução no teor de proteína do colmo, quando comparado às folhas (OLIVEIRA *et al.*, 2012). Segundo Ferreira *et al.* (2018), frequência de colheita do Capim-elefante é apontado como determinante no valor nutricional, e a idade fisiológica pode variar de acordo com as condições climáticas em cada região.

Carvalho *et al.* (2018) avaliaram o comportamento de clones de Capim-elefante (IRI-381, Venezuela e Elefante B) e dois foram híbridos do capim elefante com milheto (HV-241 e Hexaplóide) com frequência de colheita aos 60 dias. Foram observadas diferenças entre os clones para rendimento e qualidade da forragem aos 60 dias de idade. Os autores concluíram que as mudanças morfológicas que ocorrem durante o desenvolvimento das plantas estão altamente correlacionadas com os valores nutricionais, sendo importante o estudo de características como diâmetro, alongamento do colmo, relação lâmina foliar/colmo e altura da planta.

Viana *et al.* (2018) caracterizaram morfológicamente genótipos de Capim-elefante, sendo dois de porte alto (IRI-381 e Elefante B) e três de porte baixo (Mott, Taiwan A-146 2,37 e Taiwan A-146 2,114) em diferentes ciclos de pastejo na Zona da Mata de Pernambuco. Os autores reportaram que a relação lâmina foliar/colmo (L/C) variou de 0,33 para IRI-381, no segundo ciclo e pastejo, a 1,97 para Taiwan A-146 2,114, no nono ciclo. No oitavo ciclo, os clones de porte baixo apresentaram maior relação lâmina foliar, sendo de 1,47 para o cv. Mott e 1,37 para o genótipo Taiwan A-146 2,114. Segundo os autores, a relação L/C é uma característica que pode contribuir para predição do valor nutricional da forragem, considerando que indica a proporção de colmo, que é uma fração de valor nutricional inferior aos das lâminas foliares, sendo esta mais desejável, sendo associada à qualidade e consumo de forragens pelos animais.

Santos *et al.* (2011) caracterizaram a morfologia de fitômeros de perfilhos basais e aéreos do cv. Cameroon na região de Petrolina-PE, observando os valores de 17,5 cm do

comprimento do entre nó, 0,9 cm do diâmetro do colmo, 86,4 cm do comprimento da lâmina foliar e 3,2 cm da largura da lâmina foliar, valores estes para a região mediana do perfilho. De acordo com os autores, os fitômeros da porção mediana do perfilho possuíam maior alongamento ou estavam em processo mais avançado de desenvolvimento quando comparados aos localizados na porção apical, atingindo maior comprimento. Isto pode influenciar no valor nutritivo, pois entre nó mais curto e lâminas foliares mais longas podem contribuir para maior valor nutritivo.

Ferreira *et al.* (2018) avaliaram diferentes frequências de colheita (42, 60, 76, 91 e 105 dias) do Capim-elefante cv. BRS Canará, com intuito de estimar o melhor momento para colheita para a produção de feno. Os autores observaram que o rendimento de feno e a composição morfológica do Capim-elefante foi influenciada pela frequência de colheita, onde a relação folha/colmo diminuiu com o avançar da idade da planta. A relação lâmina foliar/colmo foi de 1,02; 0,55; 0,44; 0,34; 0,24; para as respectivas idades de colheita, 42, 60, 76, 91 e 105 dias. Entretanto, quanto maior a idade da planta, maior o rendimento. Segundo os autores, isto ocorre devido o avanço da idade, em que as plantas possuem mais tempo para acúmulo de biomassa, mas o componente foliar de maior qualidade diminui; dessa forma, foi indicado idade de corte entre 60 e 76 dias.

Valer ressaltar que a interceptação de luz é um fator determinante no conteúdo de matéria seca, além de outros fatores, sendo influenciado pelo ângulo foliar, que quanto menor, melhor. Neste sentido, Cunha *et al.* (2011) estudaram a associação entre as características morfológicas e produtivas em diferentes clones de *Pennisetum* sp., sendo cinco de porte baixo (Taiwan A-146 2,37, Taiwan A-146 2,27, Taiwan-146 2,114, Merker México MX 6.31 e Mott) e dois de porte alto (Elefante B e IRI-381), e um híbrido de tamanho médio de Capim-elefante com milho (HV-241), com aproximadamente 60 dias de colheita. Em relação à variável ângulo foliar, os autores não observaram diferença significativa entre os clones avaliados, com média de 45,75°.

Leão *et al.* (2012), avaliando a morfologia de diferentes cultivares de Capim-elefante com frequência de colheita aos 60 dias, registraram os valores de altura para os cultivares Pioneiro, Cameroon e Paraíso, de 204; 175 e 124 cm, respectivamente, e de relação L/C de 1,04; 0,99 e 1,19, respectivamente. Cunha *et al.* (2011), em experimento desenvolvido na Zona da Mata em Pernambuco-PE, com frequência de colheita de aproximadamente 60 dias, reportaram os valores de altura 109,3 cm para o Taiwan A-146 2.37, 86,3 cm para o Mott, 122,3 cm para

o Elefante B, e 139,2 cm para o IRI-381, e valores de ângulo foliar ($^{\circ}$) de 40,8; 43,1; 44,1 e 44,3, respectivamente.

Além das características morfológicas dos diferentes genótipos, a composição e digestibilidade da forragem são altamente influenciadas pela frequência de colheita (LOUNGLAWAN *et al.*, 2014). Araújo *et al.* (2011) estudaram características qualitativas de genótipos de Capim-elefante anão (CNPGL 00-1-3, CNPGL 94-34-3, CNPGL 92-198-7, CNPGL 92-117-3, CNPGL 00-1-5 e a cv. Mott) sob diferentes frequências de colheita (14, 28, 42, 56, 70 e 84 dias). Foi verificada uma redução acentuada dos teores de PB a partir dos 42 dias, relacionado ao aumento de maturidade das plantas, entretanto, permanecendo superior a 7%. Os valores de PB variaram de 174,3 à 190,1 g/kg MS aos 14 dias, e de 71,1 a 112 g/kg MS no intervalo de 84 dias.

Araújo *et al.* (2010) avaliaram a degradação ruminal *in situ* da matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN) para 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 observado 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 a maior proporção de colmo do genótipo avaliado, enquanto forrageiras mais novas apresentam maior teor proteico e menor teor de FDN, permitindo ação mais eficiente dos microrganismos ruminais sobre a partícula.

Peixoto (2018), avaliando a composição química de dois genótipos de porte alto (Elefante B e IRI- 381) e dois de porte baixo (Taiwan A-146 2.37 e Mott) em relação às frações lâmina foliar e colmo com frequência de colheita aos 60 dias, observou 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, com isto, os de porte baixo apresentam potencial de promover melhor aproveitamento da proteína bruta pelo menor teor de fibra, o que pode conferir vantagem quando usado sob a forma de capineira e assim ser ofertado no cocho.

Barreto *et al.* (2001) avaliaram três cultivares de Capim-elefante (Cameroon, Roxo de Botucatu e Mott) e um híbrido interespecífico de Capim-elefante com o milheto (HV-241) sob dois regimes de umidade em casa de vegetação na região de Recife-PE, com corte aos 36 dias. Os autores observaram redução da altura da planta dos genótipos sob estresse hídrico, sendo as alturas sem estresse hídrico de 113,3; 93,3; 99,9 e 120,2cm e durante estresse hídrico de 64,9;

60,6; 72,5 e 85,9cm para Cameroon, Roxo de Botucatu, Mott e o Híbrido HV-241, respectivamente.

Campos *et al.* (2002) avaliaram o valor nutritivo do Capim-elefante cv. Napier em diferentes estágios de maturidade, sendo observado que durante o período de 45 a 105 dias, o maior teor de PB ocorreu aos 55 dias para folhas e planta inteira (168,0 e 93,0 g.kg⁻¹, respectivamente) e o menor aos 105 dias (126,0 e 60,0 g.kg⁻¹, respectivamente), e aos 45 dias (46,0 g.kg⁻¹) e aos 105 dias (25,0 g.kg⁻¹) para os colmos. Estes resultados mostram que com o aumento da idade da planta, o Capim-elefante apresentou decréscimo nos teores de PB, tanto para folhas quanto para colmos e planta inteira, além do aumento acentuado nos teores de lignina. Os autores concluíram haver uma redução do valor nutritivo mais acentuado para o colmo, devido a maior presença de tecidos lignificados.

2.3. Técnica de produção de gás *in vitro* para estimar a fermentação ruminal

A técnica de produção de gás *in vitro* é utilizada para estimar taxas de digestão das frações que compõem o alimento, a partir da fermentação do material incubado. Assim, as condições experimentais visam simular o ambiente ruminal por meio do ajuste da temperatura, pressão osmótica, anaerobiose e pH próximo aos padrões ruminais, representando condições ideais de fermentação (AMANZOUGARENE; FONDEVILA, 2020).

A análise de produção de gás *in vitro* permite a obtenção das estimativas do tempo de colonização microbiana (lag-time), das taxas e da extensão da degradação da matéria seca das frações fibrosas e não fibrosas das forragens, por meio da curva da produção de gás oriunda da digestão microbiana (CAMPOS *et al.*, 2002). A fermentação ruminal é o resultado da atividade de bactérias, protozoários e fungos que colonizam o ambiente ruminal, e sua energia é proveniente da fermentação de carboidratos (WOLIN, 1960). Esses carboidratos, posteriormente, serão degradados em glicose e fermentados em ácidos graxos voláteis, como acetato, propionato e butirato, e gases, como dióxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄) (BEUVINK; SPOELSTRA, 1992). Dessa forma, o volume de gás produzido atua como um índice de fermentação microbiana.

Getachew *et al.* (1998) destacaram que os carboidratos rapidamente fermentáveis, como os carboidratos não fibrosos, rendem maior quantidade de propionato em comparação com o acetato, e o inverso ocorre quando se incubam os carboidratos fibrosos de lenta fermentação. No entanto, Ribeiro *et al.* (2014) verificaram que a redução do tempo de colonização seria favorecida pela presença de substratos de rápida fermentação e pelas características físicas e químicas da parede celular da amostra. Assim, as forragens mais

fermentáveis ou digeríveis seriam aquelas que apresentassem alta taxa de produção de gás, resultando em maior fermentação do material em menor período de incubação.

Chaves *et al.* (2016) avaliaram cinética de degradação *in vitro* de genótipos de Capim-elefante (BRS Kurumi e CNPGL 00-1-3) manejados sob lotação intermitente, definido por dois níveis interceptação de luz (IL) pelo dossel (90 e 95%) e duas alturas de resíduo pós-pastejo (30 e 50 cm). Foi observado menor volume final de gás para o BRS Kurumi manejado com 50 cm de resíduo e 90% de IL (155,2 mL), enquanto que para o genótipo CNPGL 00-1-3 a menor taxa de degradação foi no manejo de 30 cm e 90% IL, devido ao longo período de descanso e sua menor relação lâmina foliar/colmo que influenciou na menor taxa de degradação. Em relação ao lag time, o BRS Kurumi (porte baixo) apresentou facilidade de adesão dos microrganismos ao seu substrato, sendo a colonização favorecida, provavelmente, pela presença de compostos prontamente fermentáveis e por características físicas e químicas da parede celular, recomendando-se o manejo de 90% IL e altura de resíduo de 30 cm.

De acordo com Magalhães *et al.* (2019), o menor volume total de gás *in vitro* pode ser associado à baixa proporção de carboidratos totais presentes na composição da planta forrageira, sendo a diferença do volume de gás produzido pelos carboidratos fibrosos e não fibrosos relacionados à composição química das espécies forrageiras e à taxa de degradação dos compostos presentes em cada espécie. Segundo Pessoa *et al.* (2020), os maiores volumes de gás *in vitro* podem ser associados a uma baixa concentração da fração indigestível, tendo maior disponibilidade de carboidratos de digestão rápida e lenta.

No entanto, Cone e Van Gelder (1999) relataram em estudo que a incubação de plantas forrageiras jovens e com elevado teor de PB reportaram menor produção de gás que plantas mais velhas e com menor teor de PB, que segundo os autores poderia ser explicado pelo aumento da concentração de amônia no ambiente ruminal resultante da fermentação da proteína, influenciando assim equilíbrio tampão bicarbonato, por capturar íons H^+ e prevenir liberação de CO_2 .

Cabral *et al.* (2000) indicaram que a comparação de alimentos somente com base na produção acumulativa de gás pode ocasionar conclusões equivocadas sobre o valor energético dos alimentos, uma vez que a proporção molar dos AGVs afeta o volume de gás produzido por mol de hexose fermentada, sendo importante para os autores, as informações acerca do volume de gás produzido pelas frações de carboidratos (A, B₁, B₂ e C), considerando que o aumento da participação da fração C e a redução dos carboidratos não fibrosos, impliquem na diminuição da disponibilidade de energia para o microbiota ruminal. Com isso, as diferenças encontradas

em trabalhos podem ser explicadas pela diferença nas vias fermentativas que predominam durante a degradação dos alimentos.

A produção de gás *in vitro* do cv. CT-115 (*P. purpureum*) na região de Havana – Cuba foi avaliada por Rodríguez *et al.* (2009). Foi observada produção de gás oriunda da incubação do cv. CT 115 de 220,6 mL para o período de 96 horas, sendo a alta produção de gás associada a maior qualidade da gramínea avaliada.

Souza (2019), avaliando genótipos de Capim-elefante de porte alto (Elefante B e IRI-381) e porte baixo (Mott e Taiwan A-146 2.37) com presença ou ausência de irrigação na região de Garanhuns/PE, observou maiores taxas de degradação de carboidratos não fibrosos nos genótipos de porte baixo para as lâminas foliares variando de 120,92 a 141,46 mL, relacionando ao maior valor nutritivo. Foi observado maior teor proteico nos genótipos de porte baixo, enquanto que a maior taxa de degradação de carboidratos fibrosos foi verificada na fração colmo. A autora concluiu que o genótipo Mott apresenta superioridade no valor nutritivo quando comparado aos genótipos de porte alto.

Em estudo de metanálise para avaliar fatores que afetam a produção de gás *in vitro*, Maccarana *et al.* (2016) verificaram que o conteúdo de FDN dos alimentos incubados afetam a produção de gás *in vitro*, sendo os teores de FDN e o volume de gás produzido se apresentam negativamente correlacionados. As produções de gás variaram em torno de 95 a 400 mL/g MS com base em 339 observações de 30 referências utilizadas para a análise, com média de aproximadamente 200 mL/g MS.

Rodrigues *et al.* (2021) avaliaram parâmetros cinéticos de produção de gás *in vitro* de diferentes genótipos de Capim-elefante (BRS Canará, Napier, Wruckwona, Cameroon e CNPGL 93-41-1) com idade de rebrotação de 45 dias, na região de Cuiabá-MT. Foi observado que a taxa de produção de gás semelhante entre todos os cultivares avaliados, sendo de 116,0; 110,3; 110,4; 99,8 e 112,2 mL para os BRS Canará, Napier, Wruckwona, Cameroon e CNPGL 93-41-1, respectivamente. Em relação ao tempo de latência foi de 9,5; 8,8; 7,0; 11,0 e 10,9 h⁻¹, respectivamente. O menor tempo observado para a cv. Wruckwona pode ter ocorrido em função da variabilidade das características físico-químicas dos substratos ou das condições desfavoráveis durante o preparo da incubação.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área experimental, tratamentos experimentais e delineamento experimental

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental da Universidade Federal Rural de Pernambuco (URFPE), situada em Garanhuns, região Agreste de Pernambuco, a 8° 53' 25'' de latitude Sul e 36° 29' 34'' de longitude Oeste, 896 m acima do nível do mar (Figura 1).

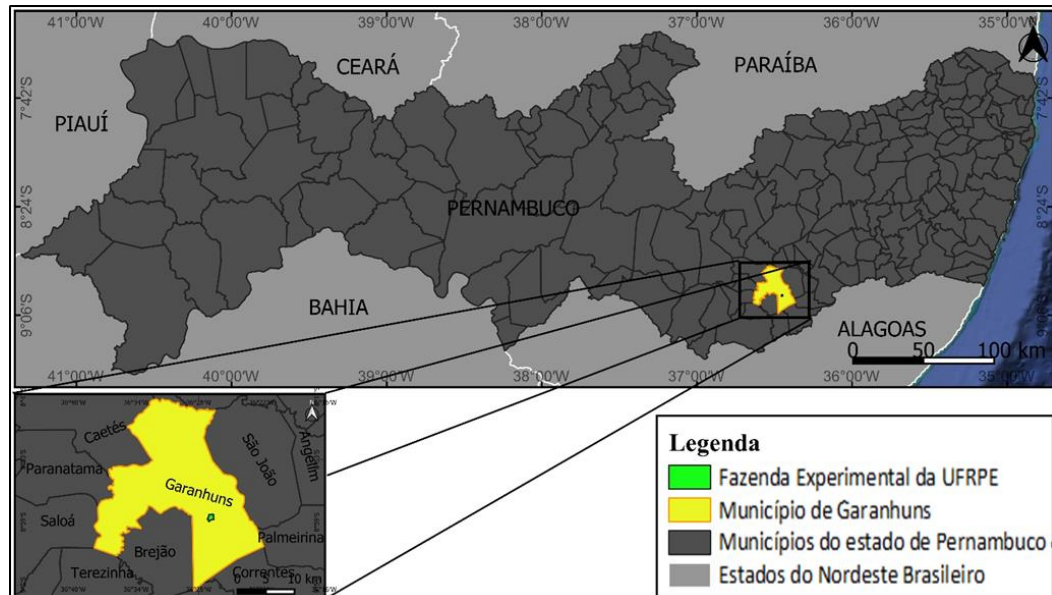


Figura 1. Localização geográfica da Fazenda Experimental da UFRPE, Garanhuns – PE.

O clima do local é classificado como tropical tipo Aw' na classificação climática de Köppen-Geiger (ALVARES *et al.*, 2013), com regime de chuvas de outono-inverno. A temperatura média anual é de cerca de 21,2°C, possui verões quentes e secos e invernos amenos e úmidos. A precipitação anual histórica média de 53 anos do município é de 866 mm (BARBOSA *et al.*, 2016).

Os dados meteorológicos para o período experimental são apresentados na Figura 2.

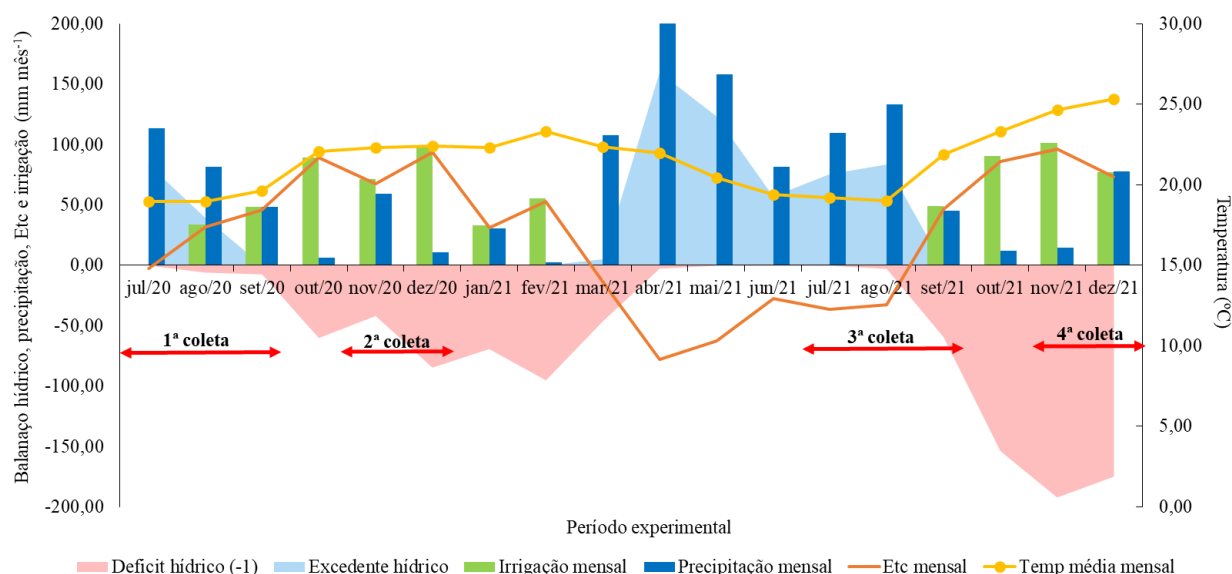


Figura 2. Balanço hídrico, precipitação, evapotranspiração da cultura - ETc, irrigação (mm mês^{-1}), e temperatura média do ar ($^{\circ}\text{C}$) registradas durante o período experimental, Garanhuns - PE. (Fonte: INMET).

O solo da área experimental foi classificado em Argissolo Amarelo (SOUZA, 2019). Foi realizada uma coleta de solo no início período experimental (julho/2020), na profundidade de 0-20 cm. De acordo com a análise de solo, a classe textural foi classificada como franco argilo-arenoso. A composição granulométrica e os resultados das análises físico-hídricas da amostra de solo foram: argila = 24%; silte = 15%; areia total = 61%; densidade do solo = $1,29 \text{ g/cm}^{-3}$ e densidade de partículas = $2,53 \text{ g/cm}^{-3}$. E as características químicas do solo são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas do solo da área experimental, Garanhuns – PE.

Profundidade	pH ¹	P ²	K	Na	Al	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V
	mg dm^{-3}			Cmol dm^{-3}						%	
0-20 cm	5	8	0,07	0,03	0,15	3,25	0,95	1,8	4,3	6,1	70,5

¹pH em água. ²Extrator Mehlich I.

Durante o período experimental foi realizada adubação de manutenção química com o equivalente a 100 kg N.ha^{-1} e $80 \text{ kg K}_2\text{O.ha}^{-1}$, 15 dias após o corte, sendo aplicado diretamente na linha de plantio. As fontes de adubos químicos utilizadas foram o sulfato de amônio ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) e cloreto de potássio (KCl).

A irrigação foi realizada por meio de um sistema de gotejamento para que os genótipos recebessem a mesma lâmina de irrigação, repondo 100% da evapotranspiração real da cultura (ETc), com base no método de Penman-Monteith padronizado pela FAO/56 (ALLEN *et al.*,

1998). A evapotranspiração de referência (ET_0 , mm dia⁻¹) foi estimada por meio da equação (I):

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

Em que: ET_0 – Evapotranspiração por Penman-Monteith (mm dia⁻¹), s – declinação da curva de saturação de vapor de água (kPa °C⁻¹), R_n – saldo de radiação à superfície (MJ m⁻² dia⁻¹), G – densidade de fluxo de calor sensível no solo (MJ m⁻² dia⁻¹), g – Fator psicrométrico (MJ kg⁻¹), T – temperatura do ar (°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):

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

Em que: K_c é 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):

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

Em que: 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):

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

Em que: E_a : Eficiência de aplicação da água, (%), 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):

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

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.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com esquema de parcelas subdivididas e quatro repetições, em que as parcelas principais foram constituídas pela frequência de colheita (60 e 90 dias) e, as subparcelas, pelos quatro genótipos de Capim-elefante, sendo dois de porte baixo (Mott e Taiwan A-146 2.37), e dois de porte alto (Elefante B e IRI-381).

Os genótipos de porte alto Elefante B, também conhecido como Merker, foi introduzido no Brasil pela EMBRAPA – CNPGL, com mudas provenientes de Cuba, e o IRI-381 foi introduzido em Pernambuco por material de propagação derivado do IRI (IBEC *Research Institute*), sendo recomendado para utilização em capineiras no estado de Pernambuco (FREITAS *et al.*, 2009; LIRA *et al.*, 2010). Os genótipos de porte baixo como o cultivar Mott foi selecionado na Flórida (SOLLENBERGER; JONES JÚNIOR, 1989), e o Taiwan A-146 2.37 é um genótipo de porte baixo desenvolvido pelo Programa de Melhoramento IPA-UFRPE (SILVA *et al.*, 2009).

Os genótipos foram estabelecidos em 2016 por propagação vegetativa em sulcos espaçados de 1,0 m, utilizando-se colmos oriundos de plantas com 10 meses de idade. A área possuía 1.820 m² (91 x 20 m). A parcela foi constituída de canteiros de 546 m² (91 x 6 m), com 32 subparcelas, cada uma com dimensões de 24 m² (4 x 6 m), e área útil de 15 m² (3 x 5 m). Durante o período de dois anos (2016 a 2018), a área experimental foi manejada com intervalo de corte de 60 dias e intensidade de corte próximo ao nível do solo, de acordo com a descrição apresentada por Souza (2019). A partir de março/2019 foi adotado o manejo da frequência de colheita de 60 e 90 dias e a irrigação em toda as parcelas experimentais.

3.2. Variáveis morfológicas

As coletas e avaliações morfológicas foram realizadas durante o período chuvoso, compreendido entre os meses de julho e setembro, e o período seco nos meses novembro e dezembro, referente às frequências de colheita de 60 (julho e novembro) e 90 dias (setembro e dezembro), durante dois anos (2020 e 2021). O período chuvoso se caracterizou por apresentar menor temperatura e disponibilidade de luz, enquanto o período seco se caracterizou pelo maior fotoperíodo, não sendo a disponibilidade das chuvas principal fator de estresse, considerando o uso de irrigação em ambos os períodos do ano.

Foram realizadas medições das variáveis altura da planta (cm) e a contagem do número de folhas por perfilho em duas plantas, e a coleta de dois perfilhos para medição do comprimento da folha (cm), largura da folha (cm), diâmetro do colmo (mm), comprimento entre nó (cm), número de nós, ângulo foliar (°).

Para estimativa da relação lâmina foliar/colmo foram utilizados seis perfilhos de cada subparcela, os quais foram separados manualmente em lâmina foliar e colmo (colmo+bainha), cortada à altura da lígula. Posteriormente essas frações foram levadas para pré-secagem em estufa com circulação forçada de ar a 55°C, por 72 horas, onde a porcentagem de lâmina foliar foi obtida pela soma do peso seco das lâminas foliares e do colmo, multiplicando-se o peso seco de cada fração por 100 e dividindo pelo peso seco total, e posterior divisão da porcentagem da lâmina foliar pela porcentagem do colmo. Para medir o diâmetro do colmo foi utilizado paquímetro. O comprimento do entre nó foi mensurado com o uso de uma régua graduada. Também foi realizada a contagem do número de nós.

A altura média da planta foi estimada por meio de duas medidas por parcela, considerando-se a altura do nível do solo até o ponto de inflexão da última folha expandida da touceira, utilizando-se trena. O comprimento e a largura (região mediana da folha) foram mensurados na primeira folha completamente expandida (aquela que apresentava a lígula completamente exposta), sendo as medidas aferidas com trena e régua, respectivamente. O ângulo foliar foi medido com o auxílio de transferidor, utilizando o colmo como referência.

3.3. Análise de produção de gás *in vitro*

As análises de produção de gases foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LNA) localizado no Centro Laboratorial de Apoio à Pesquisa da Unidade Acadêmica de Garanhuns (CENLAG) da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE).

Para análise de produção de gás *in vitro* utilizou-se a incubação de 1 g de amostra em frascos de vidro (160 mL), juntamente com 90 mL de meio nutritivo de Goering e Van Soest (1970), e 10 mL de inóculo ruminal (rúmen de bovino), que foram adicionados em cada frasco sob aspersão de CO₂. Como controle, foram utilizados frascos contendo somente o meio nutritivo e o inóculo ruminal. Em seguida, os frascos foram selados com tampas de borrachas e lacres de alumínio, e incubados em estufa de circulação de ar com temperatura constante de 39 °C, realizando-se agitações manuais dos frascos após cada medição.

O líquido ruminal foi coletado em bovino com fistula ruminal e foi transportado para o laboratório em garrafa térmica pré-aquecida com água destilada a 39°C. O inóculo foi filtrado

em dupla camada de fralda, sob aspersão de CO₂, e então adicionados nos frascos com amostras e meio nutritivo.

A medição da pressão nos frascos foi aferida com o uso do transdutor de pressão (Datalogger Universal Logger AG100 – Agricer), como proposto por Theodorou *et al.* (1994). A produção cumulativa de gases foi estimada por meio da mensuração da pressão dos gases produzidos no decorrer do processo fermentativo, utilizando-se transdutor de pressão nos tempos 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 18, 21, 24, 30, 36, 42, 48, 60 e 72h pós incubação.

Os dados foram obtidos em psi (libra-força por polegada quadrada) e convertidos em volume de gás (V) produzidos durante a incubação pela equação $V = 5,1612 * \text{psi} - 0,3017$, $R^2 = 0,9873$, a partir de 937 observações, e considerando as coordenadas geográficas do local de incubação (-8° 90'77 "S, -36° 49'49" W, altitude 844 metros) (MAGALHÃES *et al.*, 2019), ponderando de acordo com a equação que 1 psi = 4,859 mL de gases. Os frascos-controle sem adição de substrato foram utilizados para realizar a subtração do total de volume de gás produzido por cada amostra, em cada leitura de pressão.

Para determinação dos parâmetros de produção de gás foi utilizado o modelo logístico bicompartimental (Eq. V) (SCHOFIELD *et al.*, 1994):

$$V_t = \frac{V_{f1}}{1+e^{[2-4k1(t-\lambda)]}} + \frac{V_{f2}}{1+e^{[2-4k2(t-\lambda)]}} + \varepsilon \quad (\text{Eq. V})$$

onde, V_{t1} = volume (mL) total observado, V_{t2} =volume (mL) total encontrado a partir do modelo, V_{f1} = volume de gases produzido pela degradação da fração B2 do Sistema de Cornell (CF), V_{f2} = volume de gases produzido pela degradação da fração A+B1 do Sistema de Cornell (CNF), de rápida fermentação, de lenta degradação, $k1$ = taxa específica de produção de gases pela degradação da fração B2 (CF), $k2$ = taxa específica de produção de gases pela degradação da fração A+B1 (CNF), t = tempo de fermentação, λ = Lag time, e = exponencial e ε = erro experimental associado a cada observação.

3.4. Análises estatísticas

Os dados foram submetidos no SAS OnDemand for Academics, sendo período considerada como medida repetida no tempo, utilizando-se o programa PROC MIXED. Os efeitos fixos incluíram genótipos, frequências de colheita e períodos do ano, e suas interações. Os blocos e suas interações foram considerados efeitos aleatórios. Quando houve efeito significativo dos fatores estudados e suas interações no teste F na ANOVA, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Para a determinação dos parâmetros de produção de gás foi utilizado o modelo logístico bicompartimental com auxílio do PROC NLIN do software SAS (SAS® University Edition). Após, os parâmetros foram analisados através do PROC MIXED do SAS. Os tratamentos (frequências de colheitas e genótipos) e suas interações foram considerados como efeitos fixos e os blocos como efeito aleatório. As colheitas sucessivas foram consideradas como medidas repetidas no tempo e as médias foram comparadas usando o procedimento PDIFF ajustado para o teste de Tukey. Diferenças significativas foram consideradas quando $p \leq 0,05$.

4. RESULTADOS

4.1. Variáveis morfológicas

Houve interação significativa entre os fatores frequência de colheita e genótipo para as características morfológicas de altura da planta (cm) ($p < 0,0042$) e número de folhas por perfilho ($p < 0,0004$) (Tabela 2).

Tabela 2. Altura da planta (cm) e número de folhas por perfilho de genótipos de Capim-elefante irrigados afetado pela interação frequência de colheita \times genótipo, Garanhuns - PE.

Genótipo	Frequência de colheita		Erro padrão de média
	60 dias	90 dias	
Altura da planta (cm)			
Mott	72,3 Bb	91,5 Ba	5,6549
Taiwan A-146 2.37	77,4 Bb	110,7 Ba	
Elefante B	135,1 Ab	188,9 Aa	
IRI-381	126,3 Ab	187,4 Aa	
Número de folhas por perfilho			
Mott	12,2 Aa	12,7 Aa	0,3616
Taiwan A-146 2.37	9,5 Ba	8,7 Ca	
Elefante B	10,2 Ba	10,9 Ba	
IRI-381	10,2 Bb	13,1 Aa	

Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas na coluna e minúscula na linha não difere entre si pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$).

Na frequência de colheita de 60 dias, os genótipos de porte alto Elefante B e IRI-381 apresentaram maiores altura da planta (AP), sendo observado a resposta similar quando a colheita foi realizada a cada 90 dias. O NFP foi maior para o Mott colhido a cada 60 dias, enquanto na frequência de colheita de 90 dias, o Mott apresentou o mesmo comportamento, junto com o IRI-381.

As maiores alturas da planta foram observadas na frequência de colheita aos 90 dias, independente dos genótipos. E para o NFP, o genótipo IRI-381 foi o que apresentou maior valor nas colheitas realizadas a cada 90 dias em comparação aos 60 dias de colheita.

A relação lâmina foliar/colmo (L/C) apresentou variação entre genótipos e frequências de colheita (Figura 3). As maiores relações L/C foram obtidas na frequência de 60 dias para os genótipos Mott (1,33), Taiwan A-146 2.37 (0,94) e IRI-381 (0,80), as quais foram significativamente superiores à do genótipo Elefante B. A maior relação lâmina foliar/colmo foi observada aos 60 dias de colheita (1,6), enquanto aos 90 dias de colheita houve uma redução desta relação para 0,74.

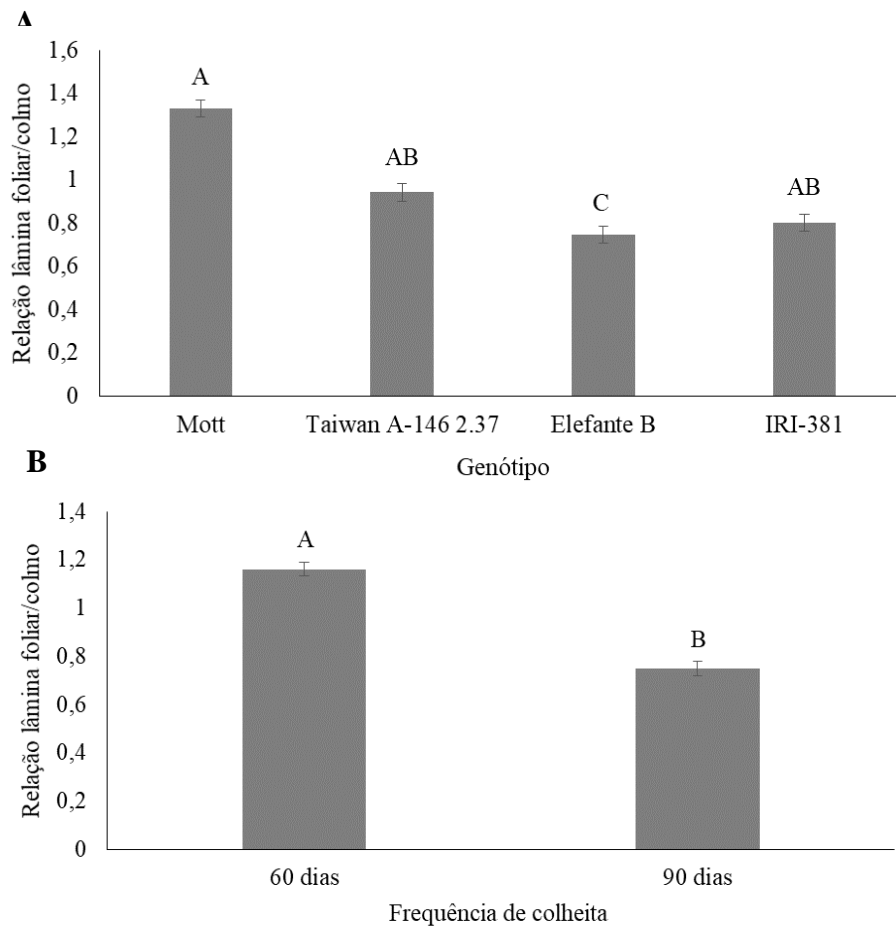


Figura 3. Relação lâmina foliar/colmo de genótipos de Capim-elefante irrigados afetado pelo (A) genótipo e (B) frequência de colheita, Garanhuns – PE.

Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas não difere entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.

Houve efeito significativo para a interação período do ano \times genótipo para as características morfológicas diâmetro do colmo ($p < 0,0001$), número de nó ($p < 0,0037$) e número de folhas por perfilho ($p < 0,0195$) (Tabela 3).

Tabela 3. Diâmetro do colmo (mm), número de nós e número de folhas por perfilho de genótipos de Capim-elefante irrigados afetado pela interação período do ano × genótipo, Garanhuns – PE.

Genótipo	Período		Erro padrão de média
	Chuvoso	Seco	
Diâmetro do colmo (mm)			
Mott	12,7 Ab	20,4 Aa	0,5423
Taiwan A-146 2.37	8,2 Ba	15,5 Ba	
Elefante B	13,2 Aa	15,4 Ba	
IRI-381	11,4 Ab	12,8 Ca	
Número de nós			
Mott	3,1 Ba	2,2 Ca	0,4337
Taiwan A-146 2.37	3,8 Ba	3,3 BCa	
Elefante B	7,2 Aa	4,8 ABb	
IRI-381	7,8 Aa	5,2 Ab	
Número de folhas por perfilho			
Mott	11,2 ABb	13,8 Aa	0,6169
Taiwan A-146 2.37	8,9 Ba	9,3 Ba	
Elefante B	10,5 Ba	10,6 Ba	
IRI-381	12,9 Aa	10,4 Bb	

Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas na coluna e minúscula na linha não difere entre si pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$).

No período chuvoso, os genótipos Elefante B, Mott e IRI-381 apresentaram maior diâmetro do colmo (DC). Em relação à variável número de nós (NNO), os genótipos IRI-381 e Elefante B apresentaram maior número de nós. O genótipo IRI-381 apresentou maior número de folhas por perfilho (NFP), com aproximadamente 13 folhas por perfilho, enquanto que o genótipo Mott não diferiu estatisticamente do IRI-381, Taiwan A-146 2.37 e Elefante B.

No período seco, o Mott apresentou maior média para o diâmetro do colmo, tendo aproximadamente 5 mm de diferença dos genótipos Taiwan A-146 2.37 e Elefante B. Para a variável número de nós, o IRI-381 foi o que apresentou maior média, com aproximadamente 5 nós, e o genótipo Elefante B não diferiu estatisticamente do IRI-381. O número de folhas por perfilho foi maior para o genótipo Mott, sendo este, aproximadamente, 30% superior em relação aos demais genótipos avaliados.

Em relação à comparação dos diferentes períodos entre cada genótipo, maior DC das plantas foi observado no período seco, enquanto para a característica NNO houve diferença estatística entre períodos do ano para os genótipos Elefante B e IRI-38, que apresentaram maior número de nós no período chuvoso. O Mott apresentou maior NFP no período seco, e o genótipo IRI-381, no período chuvoso.

Observou-se variação no comprimento do entrenó (cm) entre o período do ano e os genótipos (Figura 4). O comprimento do entrenó foi maior durante o período chuvoso, sendo 37% superior em comparação com o período seco. Já em relação aos genótipos, observou-se maior comprimento do entrenó para o Elefante B e o IRI-381, genótipos de porte alto, com diferença de aproximadamente 8 cm em relação ao comprimento apresentado pelos genótipos de porte baixo (Mott e Taiwan A-146 2.37).

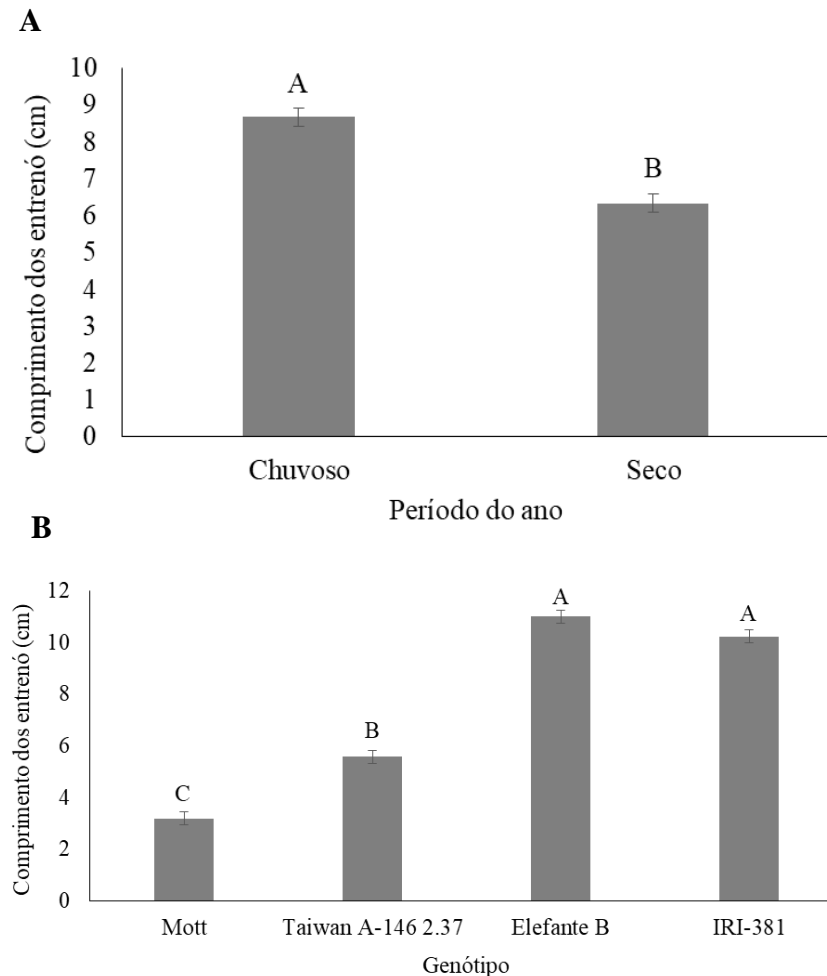


Figura 4. Comprimento dos entrenós (cm) de genótipos de Capim-elefante irrigados afetado pelo (A) período do ano e (B) genótipo, Garanhuns – PE.

Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas não difere entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.

Houve efeito significativo para a interação período do ano \times frequência de colheita para as características morfológicas de altura da planta ($p < 0,0025$), ângulo foliar ($p < 0,0026$), comprimento da folha ($p < 0,0001$), diâmetro do colmo ($p < 0,0001$), largura da folha ($p < 0,0001$) e número de folhas por perfilho ($p < 0,0106$) (Tabela 4).

Tabela 4. Altura de planta (cm), ângulo foliar ($^{\circ}$), comprimento de folha (cm), diâmetro do colmo (mm), largura da folha (cm) e número de folhas por perfilho de genótipos de Capim-

elefante irrigados afetado pela interação período do ano \times frequência de colheita, Garanhuns – PE.

Frequência de colheita	Período		Erro padrão de média
	Chuvoso	Seco	
Altura da planta (cm)			
60 dias	98,3 Ba	107,2 Ba	4,6218
90 dias	156,3 Aa	133,0 Ab	
Ângulo foliar (°)			
60 dias	58,0 Bb	70,9 Aa	1,3544
90 dias	65,4 Aa	69,1 Aa	
Comprimento da folha (cm)			
60 dias	61,9 Aa	59,9 Ba	1,2598
90 dias	53,6 Bb	64,7 Aa	
Diâmetro do colmo (mm)			
60 dias	12,9 Ab	15,8 Aa	0,3835
90 dias	9,9 Bb	16,3 Aa	
Largura da folha (cm)			
60 dias	1,8 Aa	1,8 Ba	0,5859
90 dias	1,5 Bb	2,1 Aa	
Número de folhas por perfilho			
60 dias	11,2 Aa	9,9 Ba	0,4362
90 dias	10,6 Ab	12,2 Aa	

Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas na coluna e minúscula na linha não difere entre si pelo teste F ($P \leq 0,05$).

No período chuvoso e no seco, a AP foi maior quando a colheita foi realizada a cada 90 dias, apresentando um aumento de 59%, em relação aos capins colhidos a cada 60 dias no período chuvoso, e aumento de 24% em relação à frequência de 60 dias no período seco. Para o ângulo foliar (AF), observou-se maior média no período chuvoso para a frequência de colheita de 90 dias, enquanto que no período seco não houve diferença estatística entre as frequências avaliadas. A variável comprimento da folha apresentou maior média no período chuvoso para a frequência de 60 dias, sendo superior 15% em relação aos 90 dias de colheita. O comprimento da folha foi maior na frequência de 90 dias no período seco, com diferença de 8% em relação aos 60 dias de colheita.

O DC e LF apresentaram o mesmo comportamento que o comprimento da folha no período chuvoso, com maior média aos 60 dias de colheita. No período seco, não houve efeito significativo para frequência de colheita no DC, enquanto para a largura da folha (LF) observou-se maior média aos 90 dias de colheita, com um aumento de 16%, em comparação à frequência de colheita de 60 dias. O NFP não apresentou diferença estatística no período

chuvoso entre as frequências de colheita, enquanto no período seco observou-se maior NFP aos 90 dias de colheita, com aumento de 23%, em relação à contagem realizada aos 60 dias.

Na frequência de colheita de 60 dias, o DC foi maior no período seco, observando-se o mesmo para a frequência de colheita de 90 dias, com aumento de 22% do período chuvoso para seco aos 60 dias de colheita, e de 64% aos 90 dias de colheita. Não houve diferença significativa na frequência de colheita de 60 dias para a LF, enquanto aos 90 dias de colheita observou-se maior média para a largura de folha no período seco. Em relação ao NFP, também não foi observado diferença entre período chuvoso e seco aos 60 dias de colheitas, mas aos 90 dias observou-se um aumento de 15% em relação ao período chuvoso.

4.2. Produção de gás *in vitro*

Houve efeito significativo para a interação genótipo \times frequência de colheita para o volume de gás produzido ($p < 0,0001$), taxa de degradação ($p < 0,0040$) de carboidratos não fibroso (CNF), e para volume de gás produzido ($p < 0,0100$) e taxa de degradação ($p < 0,0006$) dos carboidratos fibrosos (CF) da planta inteira (Tabela 5).

Tabela 5. Volume de gás produzido (mL) e taxa de degradação (h^{-1}) de carboidratos não fibrosos e fibrosos da planta inteira dos genótipos de Capim-elefante irrigados afetado pela interação genótipo \times frequência de colheita, Garanhuns – PE.

Genótipo	Frequência de colheita (dias)	
	60	90
	Volume de gás CNF (mL)	
Mott	139,8 Aa	137,1 Ba
Taiwan A-146 2.37	130,0 Ab	155,9 Aa
Elefante B	135,4 Aa	134,5 Ba
IRI-381	146,5 Aa	122,2 Bb
Erro padrão de média	4,41	
	Taxa CNF (h^{-1})	
Mott	0,0549 Ab	0,0603 Aa
Taiwan A-146 2.37	0,0534 Aa	0,0483 Cb
Elefante B	0,0597 Aa	0,0551 ABa
IRI-381	0,0495 Aa	0,0532 BCa
Erro padrão de média	0,0014	
	Volume de gás CF (mL)	
Mott	153,9 Aa	150,4 Aa
Taiwan A-146 2.37	154,6 Aa	119,4 Bb
Elefante B	155,0 Aa	134,7 ABa
IRI-381	130,6 Aa	135,5 ABa
Erro padrão de média	5,73	
	Taxa CF (h^{-1})	
Mott	0,0386 Aa	0,0339 Ba

Taiwan A-146 2.37	0,0401 Ab	0,0608 Aa
Elefante B	0,0349 Ab	0,0521 Aa
IRI-381	0,0480 Ab	0,0563 Aa
Erro padrão de média		0,0026

Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas na coluna e minúscula na linha não difere entre si pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$).

Não se observou diferença significativa para o volume de gás produzido pela fermentação dos carboidratos não fibrosos (CNF) na planta inteira aos 60 dias de colheita, enquanto que na frequência de colheita de 90 dias, o genótipo Taiwan A-146 2.37 apresentou maior volume produzido, sendo aproximadamente 27% maior que o menor valor de volume de gás observado.

O genótipo Taiwan A-146 2.37 produziu maior volume de gás pela fermentação de CNF aos 90 dias de colheita, sendo este cerca de 15% maior do que o volume produzido aos 60 dias de colheita. A forragem do genótipo IRI-381 apresentou comportamento oposto, produzindo maior volume de gás aos 60 dias de colheita, com diferença de aproximadamente 24 mL de gases. Os genótipos Mott e Elefante B não apresentaram diferenças estatísticas entre as frequências de colheita.

Os genótipos Mott, Taiwan A-146 2.37, Elefante B e IRI-381 não apresentaram diferença significativa para a taxa de degradação de CNF da planta inteira na frequência de colheita de 60 dias. No entanto, aos 90 dias de colheita, observou-se maior taxa de degradação de CNF para forragem do genótipo Mott, com cerca de 24% maior que a taxa dos genótipos Taiwan A-146 2.37 e IRI-381. O genótipo Elefante B diferiu do genótipo Mott. O genótipo Taiwan A-146 2.37 apresentou maior taxa de degradação de CNF aos 60 dias de colheita.

A forragem do genótipo Mott apresentou maior volume de gás pela fermentação de carboidratos fibrosos (CF) aos 90 dias de colheita, enquanto os genótipos de porte alto (Elefante B e IRI-381) não diferiu do Mott, apresentando diferença de aproximadamente 10% do volume de gás produzido. O genótipo Elefante B apresentou diferença significativa entre as frequências de colheita, com maior volume de gás da fermentação de CF aos 90 dias de colheita.

A planta inteira dos genótipos de porte alto (Elefante B e IRI-381) e o Taiwan A-146 2.37 apresentaram maior taxa de degradação de CF, com maior taxa de degradação observada aos 90 dias de colheita.

Houve efeito significativo para a interação frequência de colheita \times período do ano para lag time ($p < 0,0001$) e produção total de gás ($p < 0,0242$) durante a fermentação da planta inteira (Tabela 6).

Tabela 6. Lag time (h^{-1}) e produção total de gás da planta inteira dos genótipos de Capim-elefante irrigados afetado pela interação frequência de colheita \times período do ano, Garanhuns – PE.

Frequência de colheita (dias)	Período do ano	
	Chuvoso	Seco
	Lag time (h)	
60	7,9 Ba	7,3 Ab
90	11,3 Aa	7,3 Ab
Erro padrão de média	0,20	
	Produção total de gás (mL)	
60	265,5 Ab	302,5 Aa
90	265,6 Aa	279,3 Ba
Erro padrão de média	5,58	

Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas na coluna e minúscula na linha não difere entre si pelo teste F ($P \leq 0,05$).

O lag time da planta inteira foi maior aos 90 dias de colheita no período chuvoso, sendo aproximadamente 43% superior que o tempo observado aos 60 dias de colheita. O mesmo foi observado em ambas as frequências de colheita, com maior lag time no período chuvoso, com aproximadamente 8 e 11 horas, para as frequências de colheita de 60 e 90 dias, respectivamente.

A maior produção total de gás foi observada para forragem colhida aos 60 dias de colheita no período seco, sendo superior 13%, aproximadamente, a produção observada no período chuvoso aos 60 dias de colheita. Na frequência de 90 dias de colheita, não observou-se diferença significativa entre períodos.

Houve diferença significativa para a interação genótipo \times frequência de colheita para volume de gás produzido ($p < 0,0001$) pela degradação de CNF, volume de gás produzido ($p < 0,0009$) e taxa de degradação ($p < 0,0166$) de CF, lag time ($p < 0,0358$) e produção total de gás ($p < 0,0011$) pela fermentação das lâminas foliares (Tabela 7).

A taxa de degradação de CNF das lâminas foliares não apresentou diferença significativa para genótipo, frequência de colheita e período do ano, bem como suas interações.

Tabela 7. Volume de gás produzido por carboidratos não fibrosos (mL), volume de gás produzido (mL) e taxa de degradação dos carboidratos fibrosos (h^{-1}), lag time (h^{-1}) e produção total de gás da lâmina foliar dos genótipos de Capim-elefante irrigados afetado pela interação genótipo \times frequência de colheita, Garanhuns – PE.

Genótipo	Frequência de colheita (dias)	
	60	90
	Volume de gás CNF (mL)	
Mott	140,6 Aa	137,8 Ba
Taiwan A-146 2.37	132,9 Ab	186,7 Aa
Elefante B	121,7 Aa	105,3 Cb
IRI-381	138,5 Aa	110,5 Cb
Erro padrão de média	7,35	
	Volume de gás CF (mL)	
Mott	163,0 Ab	199,5 Aa
Taiwan A-146 2.37	178,2 Aa	150,5 Bb
Elefante B	156,4 Aa	164,9 Ba
IRI-381	161,6 Aa	165,3 Ba
Erro padrão de média	9,64	
	Taxa CF (h^{-1})	
Mott	0,0211 Aa	0,0239 Ca
Taiwan A-146 2.37	0,0225 Ab	0,0340 Ba
Elefante B	0,0289 Aa	0,0304 BCa
IRI-381	0,0297 Ab	0,0459 Aa
Erro padrão de média	0,0026	
	Lag time (h)	
Mott	7,4 Bb	8,7 Aa
Taiwan A-146 2.37	8,0 ABa	7,9 Aa
Elefante B	8,6 Aa	8,6 Aa
IRI-381	8,2 ABa	8,7 Aa
Erro padrão de média	0,23	
	Produção total de gás (mL)	
Mott	303,2 ABb	337,3 Aa
Taiwan A-146 2.37	310,5 Ab	337,2 Aa
Elefante B	278,0 Ba	275,8 Ba
IRI-381	299,0 ABa	270,1 Bb
Erro padrão de média	7,63	

Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas na coluna e minúscula na linha não difere entre si pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$).

Não houve diferença entre genótipos para a produção de gás pela fermentação dos CNF das lâminas foliares aos 60 dias, entretanto, aos 90 dias de colheita o genótipo Taiwan A-146 2.37 produziu maior volume de gás produzido pela fermentação dos CNF quando a colheita foi realizada a cada 90 dias, seguido pelo genótipo Mott, ambos de porte baixo, com diferença

de aproximadamente 49 mL de gases produzido. O genótipo Taiwan A-146 2.37 produziu maior volume de gás pela fermentação de CNF aos 90 dias de colheita, com diferença de aproximadamente 54 mL de gases para o volume produzido quando a colheita foi realizada a cada 60 dias, enquanto os genótipos Elefante B e IRI-381, ambos de porte alto, apresentaram maior volume de gás pela fermentação de CNF na frequência colheita de 60 dias, sendo de 16,4 e 28 mL de gases, respectivamente, superior à frequência de colheita de 90 dias.

As lâminas foliares do genótipo Mott produziram maior volume de gás pela fermentação de CF, com diferença de aproximadamente 32% dos genótipos Taiwan A-146 2.37, Elefante B e IRI-381. O Mott também apresentou maior volume aos 90 dias de colheita, enquanto o Taiwan A-146 2.37 apresentou maior volume aos 60 dias de colheita.

Não se observaram diferenças entre genótipos para a taxa de degradação de CF, na colheita aos 60 dias, por outro lado houve diferenças significativas entre genótipos aos 90 dias, observando-se maior taxa de degradação de CF na fermentação das lâminas foliares do genótipo IRI-381, enquanto a menor taxa de degradação foi observada na fermentação do genótipo Mott, com diferença percentual de 92%. Os genótipos Taiwan A-146 2.37 e IRI-381 obtiveram maior taxa de degradação na fermentação de CF aos 90 dias de colheita.

O menor lag time da fermentação das lâminas foliares foi observado para o genótipo Mott, com aproximadamente 7 horas, na frequência de colheita de 60 dias. Aos 90 dias não se observou diferenças da lag time entre os genótipos. As lâminas foliares do genótipo Mott apresentou menor lag time na fermentação com frequência de colheita aos 60 dias, sendo 15% menor que a frequência de colheita aos 90 dias.

O maior volume de produção total de gás foi observado na frequência de 60 dias para o genótipo Taiwan A-146 2.37, enquanto os genótipos Mott e IRI-381 não diferiram significativamente do Taiwan A-146 2.37, produzindo maior volume de gás que o genótipo Elefante B. Na colheita a cada 90 dias, tanto o Taiwan A-146 2.37 quanto o Mott, ambos genótipos de porte baixo apresentaram maior volume de produção total de gás, com aproximadamente 337 mL de gases. Os genótipos de porte baixo (Taiwan A-146 2.37 e Mott) produziram maior volume de produção total de gases aos 90 dias de colheita, enquanto o genótipo IRI-381, produziu maior volume aos 60 dias de colheita e o Elefante B não apresentou diferenças entre as duas frequências de colheita.

Houve efeito significativo da interação genótipo \times período do ano para volume de gás produzido ($p < 0,0034$) e taxa de degradação ($p < 0,0106$) de CF das lâminas foliares (Tabela 8).

Tabela 8. Volume de gás produzido (mL) e taxa de degradação dos carboidratos fibrosos da lâmina foliar dos genótipos de Capim-elefante irrigados afetado pela interação genótipo × período do ano, Garanhuns – PE.

Genótipo	Período do ano	
	Chuvoso	Seco
	Volume de gás CF (mL)	
Mott	164,9 Aa	197,5 Aa
Taiwan A-146 2.37	134,8 Ab	193,9 Aa
Elefante B	163,0 Aa	158,3 Ba
IRI-381	161,4 Aa	165,6 ABa
Erro padrão de média	13,42	
	Taxa CF (h ⁻¹)	
Mott	0,0221 Aa	0,0228 Ba
Taiwan A-146 2.37	0,0280 Aa	0,0285 Ba
Elefante B	0,0228 Ab	0,0365 Ba
IRI-381	0,0234 Ab	0,0522 Aa
Erro padrão de média	0,0037	

Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas na coluna e minúscula na linha não difere entre si pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$).

As lâminas foliares dos genótipos Mott e Taiwan A-146 2.37 produziram maior volume de gás pela fermentação de CF no período seco, com média de aproximadamente 195 mL de gases. O genótipo IRI-381 não diferiu do Mott e Taiwan A-146 2.37. O genótipo Taiwan A-146 2.37 produziu maior volume no período seco, sendo superior 43% do volume produzido pela fermentação no período chuvoso.

A maior taxa de degradação de CF na fermentação das lâminas foliares foi observado no genótipo IRI-381, com aproximadamente 0,022% h⁻¹ de diferença. Os genótipos de porte alto (Elefante B e IRI-381) apresentaram maior taxa de degradação de CF durante a fermentação no período seco.

Houve efeito significativo entre os genótipos de *Pennisetum* avaliados para volume de gás produzido ($p < 0,0004$) por CNF, lag time ($p < 0,0005$) e produção total de gás ($p < 0,0108$) pela fermentação do colmo (Tabela 9).

Tabela 9. Volume de gás produzido pelos carboidratos não fibrosos (mL), lag time (h^{-1}) e produção total de gás (mL) do colmo dos genótipos de Capim-elefante irrigados, Garanhuns – PE.

Parâmetro	Genótipo				Erro padrão de média
	Mott	Taiwan A-146 2.37	Elefante B	IRI-381	
Volume de gás CNF (mL)	132,7 a	109,9 b	114,9 ab	96,7 b	5,15
Lag time (h^{-1})	8,7 b	9,7 a	9,7 a	9,8 a	0,19
Produção total de gás (mL)	279,1 a	264,9 ab	277,7 a	251,6 b	6,07

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não difere entre si pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$).

Na fermentação do colmo, o genótipo Mott apresentou maior volume de gás durante a fermentação de CNF, não diferindo do genótipo Elefante B. O genótipo Mott também apresentou menor lag time, sendo aproximadamente 11% menor do valor observado para os genótipos Taiwan A-146 2.37, Elefante B e IRI-381.

A maior produção total de gás foi observada para os genótipos Mott e Elefante B, enquanto o Taiwan A-146 2.37 não diferiu significativamente destes genótipos.

Houve efeito significativo entre os genótipos avaliados para volume de gás produzido ($p < 0,0001$) e taxa de degradação de ($p < 0,0012$) CNF, e produção total de gás ($p < 0,0001$) pela fermentação do colmo (Tabela 10).

Tabela 10. Volume de gás produzido (mL) e taxa de degradação de carboidratos não fibrosos (h^{-1}) e produção total de gás (mL) do colmo dos genótipos de Capim-elefante irrigados afetado pela frequência de colheita, Garanhuns – PE.

Parâmetro	Frequência de colheita (dias)		Erro padrão de média
	60	90	
Volume de gás CNF (mL)	128,0 a	99,1 b	3,62
Taxa CNF (h^{-1})	0,0797 a	0,0706 b	0,0017
Produção total de gás (mL)	285,6 a	251,1 b	4,31

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não difere entre si pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$).

O maior volume de gás, taxa de degradação e produção total de gás produzido pela fermentação de CNF do colmo foram observados na frequência de colheita de 60 dias.

Houve efeito significativo entre os genótipos de *Pennisetum* avaliados para volume de gás produzido ($p < 0,0001$) e taxa de degradação de ($p < 0,0001$) CNF, e lag time ($p < 0,0001$) pela fermentação do colmo (Tabela 11).

Tabela 11. Volume de gás produzido (mL) e taxa de degradação de carboidratos não fibrosos (h^{-1}) e lag time (h^{-1}) do colmo dos genótipos de Capim-elefante irrigados afetado pelo período do ano, Garanhuns – PE.

Parâmetro	Período do ano		Erro padrão de média
	Chuvoso	Seco	
Volume de gás CNF (mL)	98,1 b	129,0 a	4,20
Taxa CNF (h^{-1})	0,0895 a	0,0608 b	0,0030
Lag time (h^{-1})	10,3 a	8,7 b	0,22

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não difere entre si pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$)

O maior volume de gás produzido pela fermentação de CNF do colmo foi observado no período seco, com diferença de aproximadamente 31 mL para o volume de gás produzido no período chuvoso. Em relação à taxa de degradação de CNF e o lag time, observaram-se maiores valores no período chuvoso, com superioridade de aproximadamente 37% e 18%, respectivamente, comparado ao período seco.

Houve efeito significativo para a interação genótipo \times período do ano para a taxa de degradação ($p < 0,0200$) dos carboidratos fibrosos dos colmos, conforme observado na Tabela 12).

Tabela 12. Taxa de degradação dos carboidratos fibrosos (h^{-1}) do colmo dos genótipos de Capim-elefante irrigados afetado pela interação genótipo \times período do ano, Garanhuns – PE.

Genótipo	Período do ano	
	Chuvoso	Seco
	Taxa CF (h^{-1})	
Mott	0,0240 Aa	0,0232 Ba
Taiwan A-146 2.37	0,0223 Ab	0,0374 Aa
Elefante B	0,0236 Ab	0,0459 Aa
IRI-381	0,0227 Ab	0,0445 Aa
Erro padrão de média	0,0032	

Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas na coluna e minúscula na linha não difere entre si pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$).

Não observou-se diferença significativa no período chuvoso para a taxa de degradação dos CF, enquanto que no período seco foi observada maior taxa de degradação pela fermentação dos CF pelos genótipos Taiwan A-146 2.37, Elefante B e IRI-381, com média de aproximadamente $0,04\% \text{ h}^{-1}$, enquanto o genótipo Mott apresentou menor taxa de degradação de CF (Tabela 12).

Os genótipos Taiwan A-146 2.37, Elefante B e IRI-381 apresentaram maior taxa de degradação dos CF no período seco do ano, em comparação ao período chuvoso, enquanto o genótipo Mott não apresentou diferença estatística (Tabela 12).

5. DISCUSSÃO

5.1. Variáveis morfológicas

Os genótipos avaliados apresentaram alturas diferentes, sendo observadas variações entre frequências de colheita (Tabela 2). Os genótipos de porte alto (Elefante B e IRI-381) apresentaram maiores alturas independente da frequência de colheita, com média de aproximadamente 1,3 m e 1,8 m, para 60 e 90 dias de colheita, respectivamente. Enquanto os genótipos de porte baixo possuem a característica de menor alongamento do colmo, o que pode contribuir para maior investimento na emissão de folhas, relacionando a sua maior relação lâmina foliar/colmo. Em relação aos genótipos de porte baixo devido à característica de menor altura, esses podem ser indicados para utilização por pequenos ruminantes, e ser alternativa para pequenos produtores que possuem menor área para formação de capineira e realizam colheita manuais, predominantemente com uso de mão de obra familiar.

A relação lâmina foliar/colmo (L/C) foi maior para o genótipo de porte baixo Mott (Figura 3A), e maior na frequência de colheita de 60 dias (Figura 3B). De acordo com Viana *et al.* (2018), capins com maior relação L/C pode ser uma alternativa mais apropriada para pequenos ruminantes, pois pode facilitar o alcance e apreensão pelo animal, além de ser uma característica importante como indicativo do valor nutricional da forragem. Em relação a menor relação L/C aos 90 dias de colheita, Tessema *et al.* (2010) observaram uma redução na relação L/C com redução da frequência de colheita para o Capim-elefante cv. Napier nas frequências de 60, 90 e 120 dias. De acordo com os autores, isso ocorre devido ao aumento de componentes estruturais com a redução da frequência de colheita, o que pode afetar o valor nutritivo da forragem colhida.

O número de folhas por perfilho (NFP) (Tabela 2) foi maior para o genótipo Mott independente da frequência de colheita, enquanto que o genótipo IRI-381 apresentou maior NFP na frequência de colheita de 90 dias. Em relação ao período do ano (Tabela 3), o genótipo IRI-381 apresentou maior NFP no período chuvoso, enquanto o genótipo Mott apresentou maior número no período seco. Neste sentido, Ribeiro (2019) avaliou os mesmos genótipos e reportou que o genótipo Mott apresentou maior número de folhas verdes por perfilho, seguido do genótipo IRI-381, Elefante B e Taiwan A-146 2.37, com aproximadamente 12, 11, 10 e 9 folhas verdes.perfilho⁻¹, respectivamente.

O diâmetro de colmo relaciona-se diretamente com a tolerância da planta ao período seco, ou seja, colmos de maior diâmetro são também mais tolerantes a seco, provavelmente

devido ao maior conteúdo de compostos de reserva nesses materiais (MELLO *et al.*, 2002). O maior diâmetro do colmo (Tabela 3) foi observado para os genótipos Elefante B, Mott e IRI-381 no período chuvoso, e para o genótipo Mott, seguido pelos genótipos Taiwan A-146 2,37 e Elefante B no período seco, e em relação às frequências de colheita (Tabela 4), apresentou-se maior aos 60 dias de colheita durante o período chuvoso, e não diferenciando a idade de colheita no período seco. Silva *et al.* (2009) reforçam a importância desta variável como fundamental para a recuperação da planta após o corte ou pastejo, e também para o estabelecimento.

Os genótipos de porte alto (Elefante B e IRI-381) apresentaram maior número de nós no período chuvoso (Tabela 3). Este resultado pode indicar o potencial de perfilhamento aéreo da forrageira. Segundo Silva *et al.* (2010), o número de nós é uma variável de baixa herdabilidade, e com elevada influência ambiental.

O maior comprimento do entrenó da planta foi observado no período chuvoso (Figura 4A), tendo os genótipos de porte alto (Elefante B e IRI-381) apresentado maior comprimento (Tabela 4B), em provável resposta ao maior alongamento do colmo característico dos materiais de porte alto. O menor comprimento do entrenó de capins de porte baixo é característico do crescimento destes genótipos, contribuindo para a demora em elevar seu meristema apical e o aumento da relação lâmina foliar/colmo, além de estabelecer uma relação entre altura e comprimento de entrenó. Diante disto, o menor comprimento do entrenó observado em genótipos de porte baixo (Mott e Taiwan A-146 2.37) pode contribuir para seu maior valor nutritivo, considerando que o alongamento do colmo constitui em forte dreno de assimilados e nutrientes, com acúmulo de tecidos de sustentação, e assim redução do valor nutritivo (SILVA *et al.*, 2009). Viana *et al.* (2018) observaram que os genótipos Mott e Taiwan A-146 2.114 apresentam entre nó mais curtos, com médias de 3,9 a 4,7 cm, reforçando a viabilidade de uso de genótipos de porte baixo em pastagens, uma vez que essas gramíneas estão mais adaptadas ao pastejo devido ao seu menor alongamento dos entrenós e, conseqüentemente, menor altura do dossel.

A altura da planta apresentou-se maior na frequência de colheita aos 90 dias durante o período chuvoso, enquanto que aos 60 dias de colheita não houve diferença entre períodos (Tabela 4). A maior altura observada no período chuvoso pode ser relacionada ao uso de irrigação que contribuiu para o desenvolvimento mesmo com a variabilidade da distribuição das chuvas, enquanto no período seco o uso de irrigação fez com que provavelmente o fator água deixasse de ser o fator mais limitante, de modo que a disponibilidade da radiação solar e, principalmente, da temperatura atuasse como fator limitante para o desenvolvimento do Capim-

elefante. De acordo com Habermann *et al.* (2019), a reduzida disponibilidade de luz e temperatura influencia no crescimento das plantas, considerando que as plantas possuem uma faixa ótima de temperatura adequada para seu desenvolvimento. Com base nisto, no inverno, a intensidade luminosa é bem menor que no verão, devido às mudanças tanto na intensidade da radiação solar incidente quanto no comprimento do dia (ANDRADE *et al.*, 2005).

O ângulo foliar foi maior na frequência de colheita de 90 dias no período chuvoso, enquanto que na colheita a cada 60 dias foi maior no período seco (Tabela 4). Essa variável pode afetar a interceptação de luz pelo dossel, podendo também impactar a produção de forragem. Diante disto, o período chuvoso pode ter influenciado em maior ângulo apenas na maior frequência de colheita aos 90 dias, enquanto na frequência de colheita de 60 dias, poderia haver menor competição por luz. Segundo Shimoya *et al.* (2002), o ângulo foliar influencia na atividade fotossintética e a densidade de plantas por área, que podem ser alteradas em razão do ângulo de inserção da folha, uma vez que a menor abertura da folha, em relação ao caule, possibilita melhor captação de luminosidade fotossinteticamente ativa e maior densidade de perfilhos.

O comprimento da folha e a largura da folha foi maior na frequência de colheita os 60 dias no período chuvoso, enquanto aos 90 dias de colheita foi maior no período seco (Tabela 4). O comprimento e a largura da lâmina foliar estão diretamente relacionados ao índice de área foliar (IAF). Em estudo realizado por Silva *et al.* (2010), identificou-se que o diâmetro de colmo, o comprimento da folha, a largura da folha e a relação L/C apresentaram alta herdabilidade, comprovando que grande parte da variação entre clones tem causas genéticas e com pouca influência do ambiente sobre valores obtidos para essas características. Sendo estas características intrínsecas de cada genótipo avaliado, assim como o diâmetro do colmo e o número de nós.

Observou-se a importância do uso da irrigação para capineiras de Capim-elefante no Agreste de Pernambuco, principalmente no período seco do ano, quando outros fatores edafoclimáticas não foram limitantes, inclusive se usada no período chuvoso, devido às variações nas precipitações ao longo deste período.

5.2. Produção de gás *in vitro*

Na frequência de colheita de 60 dias os genótipos não apresentaram diferenças nos parâmetros de produção de gás *in vitro* para a planta inteira (Tabela 5), e para o volume de gás produzido pelos CNF e CF, e taxa de degradação de CF das lâminas foliares (Tabela 7 e 8),

provavelmente pela idade ainda jovem da planta, não diferenciando a deposição de compostos estruturais, considerando que todos os genótipos nesta idade podem apresentar teores elevados de carboidratos solúveis disponíveis para os microrganismos. Souza (2019), avaliando características anatômicas das lâminas foliares dos mesmos genótipos, as lâminas foliares dos genótipos de Capim-elefante apresentam predominância de mesofilo, independente do porte. E também pode se considerar o maior conteúdo celular na célula vegetal em idades mais jovens, o qual é fermentado mais rapidamente no rúmen (JUNG, 1989).

O volume de gás produzido pela fermentação de CNF, que corresponde ao volume de gases (mL) oriundo da fermentação da fração de digestão rápida, foi maior para o genótipo Taiwan A-146 2.37 aos 90 dias de colheita (Tabela 5). Por ser um genótipo de porte baixo, apresenta menor alongamento do colmo (Figura 4) e alta relação L/C (Figura 3). Este maior volume pode ser considerado um reflexo da fração de alta solubilidade, pois nas lâminas foliares estão presentes as frações mais digestíveis da planta (PACIULLO *et al.*, 2002).

A taxa de degradação reflete a quantidade da fração fibrosa e/ou não fibrosa, disponível para os microrganismos ruminais e o tempo necessário para degradação desta fração. Observou-se que a planta inteira do genótipo Mott apresentou maior taxa de degradação de CNF (Tabela 5), o genótipo Taiwan A-146 2.37 apresentou menor taxa de degradação. Em relação ao genótipo Mott, a maior taxa de degradação de CNF podem indicar maior disponibilidade da energia para os microrganismos ruminais, e conseqüentemente melhor aproveitamento para o animal, corroborando o maior volume de gás produzido pela fermentação de CNF (155,9 mL, Tabela 5). Além disso, os nutrientes solúveis são os substratos utilizados para o crescimento inicial, multiplicação e atuação microbiana no início da fermentação, e quanto maior a disponibilidade de proteínas e carboidratos solúveis no início da fermentação tem-se maior taxa de degradação dos alimentos (EGER *et al.*, 2018).

O volume de gás produzido pela fermentação de CF corresponde ao volume de gases (mL) oriundos da fermentação da fração de digestão lenta. Observou-se que a planta inteira do genótipo Mott com frequência de colheita aos 90 dias produziu maior volume de gás para CF (150,4 mL; Tabela 5). Para o volume de gás produzido pela fermentação de CF das lâminas foliares também foi maior para o genótipo Mott com frequência de colheita aos 90 dias (Tabela 7). O maior volume de gás pela fermentação de CF pode ser associado a elevados teores de carboidratos de lenta degradação presentes na composição desses genótipos de porte alto que estão disponíveis para degradação pelos microrganismos ruminais. No caso do genótipo Mott, a frequência de colheita aos 90 dias pode ter influenciado na diminuição de carboidratos

rapidamente fermentáveis e aumento dos carboidratos de lenta degradação. De acordo com Ferreira *et al.* (2018), o avanço da idade da planta influencia no acúmulo de biomassa e diminuição do componente foliar e, conseqüentemente, na qualidade da forragem.

Em relação à taxa de degradação de CF, observou-se maior taxa para a planta inteira dos genótipos Taiwan A-146 2.37, Elefante B e IRI-381 (Tabela 5), e para a fração lâmina foliar, o genótipo IRI-381 apresentou maior taxa de degradação de CF, seguido pelos genótipos Elefante B e Taiwan A-146 2.37 na frequência de colheita aos 90 dias (Tabela 7). A taxa de degradação da fração fibrosa representa a fração de carboidratos de lenta fermentação que está disponível para degradação pelos microrganismos ruminais e o tempo que a microbiota degradará essa fração. Com isso, a maior taxa para estes genótipos pode refletir maior tempo para degradação da fração fibrosa na frequência de colheita aos 90 dias. Em estudo avaliando os mesmos genótipos com presença ou ausência de irrigação, Souza *et al.* (2021) verificaram que os genótipos Elefante B e IRI-381 colhidos com 60 dias apresentaram maiores quantidades da fração B2 no tratamento irrigado e no período chuvoso, e maior participação desta fração pode contribuir para a redução da energia disponível para os microrganismos do rúmen responsáveis pela fermentação dos carboidratos da fibra, diminuindo o desempenho dos ruminantes.

O lag time é o tempo necessário para os microrganismos ruminais aderirem às partículas do alimento. Observou-se maior lag time no período chuvoso e na frequência de colheita aos 90 dias (Tabela 6). O maior tempo pode ser indicativo da presença de maior fração fibrosa, pois os microrganismos vão provavelmente aderir mais lentamente à partícula para iniciar o processo de degradação, ou seja, quanto maior for a quantidade de carboidratos não fibrosos disponíveis para os microrganismos no início da fermentação do substrato, menor será o lag time.

A maior produção total de gás ajustada pelo modelo bicompartimental foi observada para forragem colhida aos 60 dias no período seco do período de avaliação (302,5 mL) (Tabela 6), indicando maior disponibilidade de carboidratos não fibrosos para a fermentação ruminal, corroborando o menor lag time observado para a mesma frequência de colheita. Em estudos com genótipos de Capim-elefante com duas interceptações luminosas (90 e 95%) e duas alturas de resíduo pós-pastejo (30 e 50 cm), Chaves *et al.* (2016) observaram volume total de gás produzido de aproximadamente 165 mL para o Capim-elefante cv. BRS Kurumi (porte baixo),

e de aproximadamente 168 mL para o genótipo CNPGL 00-1-3 (porte intermediário), com tempo de latência variando de 2,19 a 4,59 h⁻¹.

O menor lag time e maior produção total de gás foram observadas na forragem colhida na frequência de 60 dias e no período seco (Tabela 6), sendo que este menor lag time pode ser indicativo de maiores teores de substratos prontamente fermentáveis para os microrganismos. Segundo Guimarães Júnior *et al.* (2008), a redução no tempo de colonização pode ser favorecida pela presença de substratos prontamente fermentáveis e por características físicas e químicas da parede celular da amostra.

Os parâmetros volume de gás de CNF e CF, e taxa de degradação de CF para a fermentação das lâminas foliares não apresentaram diferença significativa para a frequência de colheita de 60 dias (Tabela 7), sendo indicativo dos teores de carboidratos solúveis em idade jovem. Na frequência de colheita de 90 dias, as lâminas foliares do genótipo Taiwan A-146 2.37 apresentaram maior volume de gás pela fermentação dos CNF, seguido pelo genótipo Mott, ambos de porte baixo (Tabela 7). Os genótipos de porte baixo apresentam alta L/C (Figura 3), o que pode contribuir para maior fermentação dos carboidratos solúveis, considerando que a lâmina foliar representa a fração de maior solubilidade, em virtude do menor alongamento do colmo. Em relação ao período do ano, o volume de gás produzido pelos CF foi maior para os genótipos de porte baixo (Mott e Taiwan A-146 2.37) no período seco, enquanto o genótipo IRI-381 apresentou maior taxa de degradação de CF no mesmo período de avaliação (Tabela 7). A frequência de colheita de 60 dias apresentou maiores valores para o volume de gás oriundo da degradação de CNF para o colmo, maior taxa de degradação de CNF, bem como a maior produção total de gás (285,6 mL) (Tabela 10). De acordo com Souza *et al.* (2021), os genótipos Mott e Taiwan A-146 2.37 apresentam maior concentração das frações A+B1 dos carboidratos em suas lâminas foliares, em comparação com a fração colmo. Os carboidratos de rápida fermentação ruminal são considerados fonte primária de energia aos microrganismos ruminais para a multiplicação celular (SINGH *et al.*, 2012).

O genótipo Elefante B apresentou maior lag time (Tabela 7). Os valores de lag time obtidos neste estudo estão de acordo com Malafaia *et al.* (1998). Esses autores avaliando Capim-elefante cv. Napier aos 60 dias de rebrota observaram altos valores para o tempo de colonização (8,45 h). O tempo para colonização dos microrganismos nos substratos pode sofrer influência de diferentes fatores, incluindo o tipo de inóculo, alimentação do animal doador, ambiente ruminal e manipulação do líquido durante a incubação (SÁ *et al.*, 2011). Segundo

Campos *et al.* (2002), o maior lag time para produção de gás *in vitro* com Capim-elefante pode estar ligado ao efeito de diluição dos carboidratos não estruturais, que, independentemente dos teores, podem mostrar-se mais disponíveis para a atuação microbiana; conseqüentemente, promovendo maior competição por este substrato, o que pode ter afetado inicialmente o tempo de colonização da parede celular pelas bactérias celulolíticas.

O estudo da produção total de gás resultou em maior produção total pela fermentação das lâminas foliares do genótipo Taiwan A-146 2.37 aos 60 dias de colheita, e para os genótipos Mott e Taiwan A-146 2.37 aos 90 dias de colheita (Tabela 7). As lâminas foliares dos genótipos de porte baixo apresentaram maior volume de gás na frequência de colheita de 90 dias em comparação aos genótipos de porte alto. Isso pode indicar maior conteúdo de carboidratos prontamente fermentáveis mesmo na frequência de colheita de 90 dias. Os valores estão em acordo com a faixa de produção de gás das lâminas foliares avaliada por Souza (2019), em que observou valores de 120 a 140 mL para o genótipo Mott e Taiwan A-146 2.37, e 140 a 160 mL para os genótipos Elefante B e IRI-381, com menor produção ocorrendo no tratamento com ausência de irrigação.

O maior volume de gás produzido pela fermentação do CNF do colmo foi observado para o genótipo Mott, com menor lag time (Tabela 9). Isso pode indicar melhor valor nutritivo da forragem, tendo em vista que permaneceria menos tempo para fermentação no rúmen e proporciona maiores valores de consumo e desempenho produtivo dos ruminantes (BRANDSTETTER *et al.*, 2018). Em relação à produção total de gás, o genótipo Mott e Elefante B apresentaram maiores volumes para a fermentação do colmo, sendo 279,1 e 277,7 mL, respectivamente, o que pode ser relacionado aos maiores diâmetros do colmo observados para estes genótipos (Tabela 3), podendo ser indicativo do maior conteúdo de depósito de carboidratos de reservas.

O período de colheita influenciou o volume de gás produzido pelos CNF do colmo (Tabela 11), sendo o maior volume no período seco junto com o menor lag time, enquanto a maior taxa de degradação de CNF foi observada no período chuvoso. Os genótipos Taiwan A-146 2.37, Elefante B e IRI-381 apresentaram maior taxa de degradação de CF no período seco (Tabela 12). Segundo Peixoto (2019), avaliando Capim-elefante de porte baixo e alto, observou que as variações climáticas ao longo do ano exercem efeito na variação do valor nutritivo, independentemente do porte da planta, podendo indicar as variações na fermentação dos clones de Capim-elefante nos diferentes períodos do ano.

De acordo com Tomich *et al.* (2003), partindo do princípio de que os gases produzidos refletem a degradação da amostra testada, a taxa e o potencial máximo de produção de gases são, provavelmente, os principais parâmetros para avaliar a qualidade de forrageiras testadas pelas técnicas de produção de gases. Assim, os autores reforçam que forrageiras mais fermentáveis ou digestíveis seriam aquelas com maiores valores de volume de gases associado a altas taxas de produção de gases, resultando numa maior fermentação do material em menor tempo de incubação. No entanto, Getachew *et al.* (1998) ponderaram que os carboidratos rapidamente fermentáveis, como os não fibrosos, rendem maior quantidade de propionato em comparação com o acetato, e o inverso ocorre quando incuba os carboidratos fibrosos de lenta fermentação.

Os genótipos de porte baixo produziram maior volume de gás, principalmente para as lâminas foliares na frequência de colheita de 90 dias, enquanto os genótipos de porte alto apresentaram menores taxas de degradação (Tabelas 7 e 8). Para o colmo, o maior volume de gás foi observado na frequência de colheita aos 60 dias, indicando a presença de conteúdo celular com maior participação de carboidratos solúveis, e assim maior disponibilidade para os microrganismos ruminais. Apesar da presença de irrigação em ambos os períodos, o período seco promoveu melhor condição ao desenvolvimento do Capim-elefante na região do Agreste de Pernambuco, provavelmente pelas condições edafoclimáticas favoráveis, como temperatura e fotoperíodo, necessários para o desenvolvimento de gramíneas tropicais, em conjunto com a presença da irrigação.

6. CONCLUSÃO

As variáveis morfológicas foram influenciadas pelas frequências de colheita e pelos genótipos de Capim-elefante, bem como pelos nos diferentes períodos do ano avaliados.

A frequência de colheita aos 60 dias é indicada para os genótipos de porte baixo no período chuvoso, e aos 90 dias no período seco.

Os genótipos de Capim-elefante de porte baixo (Taiwan A-146 2.37 e Mott) continuam apresentando melhores parâmetros de fermentação para forragem colhida aos 90 dias de idade da planta.

7. 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.

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.

ALMEIDA, E.X. *et al.* Oferta de forragem de Capim-elefante anão 'Mott' e o rendimento animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 1288-1295, 2000.

ALVARES, C.A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711-728, 2013.

AMANZOUGARENE, Z.; FONDEVILA, M. Fitting of the *in vitro* gas production technique to the study of high concentrate diets. **Animals**, v. 10, n. 10, p. 1935, 2020.

ANDRADE, A.C. *et al.* Análise de crescimento do Capim-elefante 'Napier' adubado e irrigado. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, p. 415-423, 2005.

ARAÚJO, S.A.C. *et al.* Degradação ruminal e estimativa de consumo de genótipos de Capim-elefante anão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 18-24, 2010.

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.

BARRETO, G.P. *et al.* Avaliação de clones de Capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) e de um híbrido com o milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) submetidos a estresse hídrico. 1. Parâmetros morfológicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 1-6, 2001.

BEUVINK, J.M.W.; SPOELSTRA, S.F. Interactions between substrate, fermentation end-products, buffering systems and gas production upon fermentation of different carbohydrates by mixed rumen microorganisms *in vitro*. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 37, n. 4, p. 505-509, 1992.

BRANDSTETTER, E.V. *et al.* Production and quality of Jiggs bermudagrass forage on Holstein cow milk production and quality parameters under an intermittent grazing system. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 98, p. 279- 288, 2018.

CABRAL, L.D.S. *et al.* Forage carbohydrate fractions and its degradation rates estimated by gas production technique. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 2087-2098, 2000.

CAMPOS, F.P.D. *et al.* Degradabilidade do Capim-elefante em diferentes estágios de maturidade avaliada pelo método *in vitro*/gás. **Scientia Agricola**, v. 59, p. 217-225, 2002.

CARVALHO, A.P.C. *et al.* Agronomic features of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum) cv. Roxo under irrigation. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 39, p. 275-285, 2018.

CAVALCANTE, M. *et al.* Potencial produtivo de *Pennisetum* spp. sob níveis de nitrogênio na Zona da Mata de Pernambuco. **Archivos de Zootecnia**, v. 62, n. 240, p. 501-512, 2013.

CAVALCANTE, M.; LIRA, M.A. Variabilidade genética em *Pennisetum purpureum* Schumacher. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 2, p. 153-163, 2010.

CHAVES, C.S. *et al.* Valor nutritivo e cinética de degradação *in vitro* de genótipos de Capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach) sob dois intervalos de desfolhação e duas alturas

de resíduo pós-pastejo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, p. 1351-1359, 2016.

CHEMISQUY, M.A. *et al.* Phylogenetic studies favour the unification of *Pennisetum*, *Cenchrus* and *Odontelytrum* (Poaceae): a combined nuclear, plastid and morphological analysis, and nomenclatural combinations in *Cenchrus*. **Annals of Botany**, v. 106, n. 1, p. 107-130, 2010.

CONE, J.W.; VAN GELDER, A.H. Influence of protein fermentation on gas production profiles. **Animal Feed Science Technology**, v. 76, n. 3-4, p. 251-264, 1999.

CÓSER, A.C.; MARTINS, C.E.; DERESZ, F. **Capim-elefante**: formas de uso na alimentação animal. Embrapa Gado de Leite, 2000.

CRESTANI, S. *et al.* Steers performance in dwarf elephant grass pastures alone or mixed with *Arachis pintoi*. **Tropical Animal Health and Production**, v. 45, n. 6, p. 1369-1374, 2013.

CUNHA, M.V. *et al.* Association between the morphological and productive characteristics in the selection of elephant grass clones. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 482-488, 2011.

CUNHA, M.V. *et al.* Adaptabilidade e estabilidade da produção de forragem por meio de diferentes metodologias na seleção de clones de *Pennisetum* spp. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 4, p. 681-686, 2013.

EGER, M. *et al.* Application of Mootral™ reduces methane production by altering the archaea community in the rumen simulation technique. **Frontiers in Microbiology**, v. 9, p. 1-15, 2018.

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

FLORES, R.A. *et al.* Adubação nitrogenada e idade de corte na produção de matéria seca do Capim-elefante no Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, p. 1282-1288, 2012.

FREITAS, E.V. *et al.* Forrageiras: Capim-elefante “IRI-381”. In: GALDINO; A.A.S. (Ed.) **Cultivares recomendados pelo IPA para a Zona da Mata Norte de Pernambuco**. 1ª ed. Recife: IPA, p.150. 2009.

GETACHEW, G. *et al.* *In vitro* gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v. 72, p. 261-281, 1998.

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.

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analysis (Apparatus, reagents, procedures and some applications)**. Washington, DC: USDA, 1970. (Agricultural Handbook, 379).

GUIMARÃES JUNIOR, R. *et al.* Cinética de fermentação ruminal de silagens de milho. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, p. 1174-1180, 2008.

HABERMANN, E. *et al.* Warming and water deficit impact leaf photosynthesis and decrease forage quality and digestibility of a C₄ tropical grass. **Physiologia Plantarum**, v. 165, n. 2, p. 383-402, 2019.

HANNA, W.W.; MONSON, W. G. Registration of Tifton N75 napiergrass germplasm. **Crop Science**, v. 28, p. 870-871, 1988.

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

HARRIS, K.; ANDERSON, W.; MALIK, R. Genetic relationships among napiergrass (*Pennisetum purpureum* Schum.) nursery accessions using AFLP markers. **Plant Genetic Resources**, v. 8, n. 1, p. 63-70, 2009.

IBGE, 2020 - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Pecuária Municipal 2020**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2020>>. Acesso em: 01 fev. 2022.

INMET, INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inmet?r=bdmep/bdmep>. Acesso em: 16 jan. 2022.

JUNG, H.G. Forage lignins and their effects on fiber digestibility. **Agronomy Journal**, v. 81, p. 33-38, 1989.

KELLER, J.; BLIESNER, R.D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: Avibool., 1990, 649p.

LEÃO, F.F. *et al.* Produção forrageira e composição bromatológica de combinações genômicas de Capim-elefante e milho. **Revista Ciência Agrônoma**, v. 43, p. 368-375, 2012.

LIMA, E.S. *et al.* Composição e digestibilidade *in vitro* de genótipos de Capim-elefante, aos 56 dias de rebrota. **Archivos de Zootecnia**, v. 57, n. 218, p. 279-182, 2008.

LIRA, M.A.; CUNHA, M.V.; PEREIRA, A.V. Melhoramento genético do Capim-elefante. In: LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F.; DUBEUX, J.C.B.; MELLO, A.C.L. (Eds.) **Capim-elefante: fundamentos e perspectivas**. Recife: IPA/UFRPE, p. 31-48, 2010.

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.

MACCARANA, L. *et al.* Methodological factors affecting gas and methane production during *in vitro* rumen fermentation evaluated by meta-analysis approach. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 7, n. 1, p. 1-12, 2016.

MACHADO, P.A.S. *et al.* Avaliação nutricional do Capim-elefante (Cameroon) em diferentes idades de rebrotação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 1121-1128, 2008.

- MAGALHÃES, A.L.R. *et al.* Chemical and mineral composition, Kinetics of Degradation and *in vitro* Gas Production of Native Cactus. **Journal of Agricultural Studies**, v. 7, n. 4, p. 119-137, 2019.
- MALAFAIA, P.A.M. *et al.* Cinética ruminal de alguns alimentos investigada por técnicas gravimétricas, metabólicas e não invasivas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 2, p. 370-380, 1998.
- 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, p. 11-22, 2018.
- MARTINS-COSTA, R.H.A. *et al.* Valor nutritivo do Capim-elefante obtido em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 3, 2008.
- 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.
- MELLO, A.C.L. *et al.* Caracterização e seleção de clones de Capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) na Zona da Mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 30-42, 2002.
- MOTA, V.J.G. *et al.* Lâminas de irrigação e doses de nitrogênio em pastagem de Capim-elefante no período seco do ano no norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 1191-1199, 2010.
- NYAMBATI, E.M. *et al.* Production; characterization and nutritional quality of Napier grass [*Pennisetum purpureum* (Schum.)] cultivars in Western Kenya. **African Journal of Plant Science**, v. 4, n. 12, p. 496-502, 2010.
- OLIVEIRA, E.S. *et al.* Potencial de germinação de estacas e avaliação de características morfoagronômicas em seis cultivares de Capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) para fins energéticos em Campos dos Goytacazes, RJ. **Natureza on line**, v. 10, n. 1, p. 39-45, 2012.
- OLIVEIRA, T.N. *et al.* Estabilidade e adaptabilidade de clones de *Pennisetum* sp. sob pastejo: Mancha ocular. **Archivos de Zootecnia**, v. 60, n. 231, p. 725-732, 2011.
- PACIULLO, D.S.C. *et al.* Degradação *in vitro* de tecidos da lâmina foliar e do colmo de gramíneas forrageiras tropicais, em função do estágio de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 900-907, 2002.
- 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.* Elephantgrass, a tropical grass for cutting and grazing. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 16, n. 3, p. 1-13, 2021.
- 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, 2001. 1183p.

PEREIRA, A.V. *et al.* ***Pennisetum Purpureum***. In: Fonseca, D.M., Martuscello, J.A. (Ed), Plantas Forrageiras. Viçosa: UFV, cap. 6, p. 197-219, 2010.

PEREIRA, A.V. *et al.* Tendências do melhoramento genético e produção de sementes forrageira no Brasil. In: simpósio sobre atualização em genética e melhoramento de plantas. **Anais...** Lavras: UFLA, 2003. p. 36-63.

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.

PESSOA, D.V. *et al.* Forage cactus of the genus *Opuntia* in different with the phenological phase: Nutritional value. **Journal of Arid Environments**, v. 181, p. 10423, 2020.

RIBEIRO, A.F. *et al.* Chemical composition: in vitro digestibility and gas production of *Brachiaria* managed under different forage allowances. **Italian Journal of Animal Science**, v. 13, p. 3034, 2014.

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. 106p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Recife-PE.

RODRIGUES, J.A. *et al.* Parâmetros cinéticos de produção de gás *in vitro* de diferentes genótipos de Capim-elefante (*Pennisetum purpureum* SCHUM.). **Revista Veterinária e Zootecnia**, v. 28, p. 1-8, 2021.

RODRÍGUEZ, R.; FONDEVILA, M.; Castrillo, C. *In vitro* ruminal fermentation of *Pennisetum purpureum* CT-115 supplemented with four tropical browse legume species. **Animal Feed Science and Technology**, v. 151, n. 1-2, p. 65-74, 2009.

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.

SÁ, J.F.D. *et al.* Cinética da fermentação *in vitro* do capim-Marandu em diferentes idades de corte. **Acta Scientiarum: Animal Sciences**, v. 33, n. 3, p. 225-231, 2011.

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.

SANTOS, E.A.; SILVA, D.S.; QUEIROZ FILHO, J.L. Aspectos produtivos do Capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) cv. Roxo no Brejo Paraibano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 31-36, 2001a.

SANTOS, E.A.; SILVA, D.S.; QUEIROZ FILHO, J.L. Composição química do Capim-elefante cv. Roxo cortado em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 1, p. 18-23, 2001b.

SANTOS, M.E.R.; AQUINO, R.F.S.F.; ROMÃO, M.C. Morfologia de fitômeros de Capim-elefante. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 1, n.1, p. 108-116, 2011.

SARAIVA, V.M.; KONIG, A. Produtividade do Capim-elefante-roxo irrigado com efluente doméstico tratado no Semiárido potiguar e suas utilidades. **Holos**, v. 1, p. 28-46, 2013.

SCHOFIELD, P.; PITT, R.E.; PELL, A.N. Kinetics of fiber digestion from *in vitro* gas production. **Journal of Animal Science**, v. 72, p. 2980-2991, 1994.

SHIMOYA, A. *et al.* Divergência genética entre acessos de um banco de germoplasma de capim elefante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p. 971-980, 2002.

SILVA, A.L.C. *et al.* Variabilidade e herdabilidade de caracteres morfológicos em clones de Capim-elefante na Zona da Mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 2132-2140, 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 seco. **Archivos de Zootecnia**, v. 60, n. 229, p. 63-74, 2011.

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

SILVA, S.H.B.D. *et al.* Uso de descritores morfológicos e herdabilidade de caracteres em clones de Capim-elefante de porte baixo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 1451-1459, 2009.

SINGH, S. *et al.* In vitro ruminal fermentation, protein and carbohydrate fractionation, methane production and prediction of twelve commonly used Indian green forages. **Animal Feed Science and Technology**, v. 178, p. 2-11, 2012.

SOLLENBERGER, L.E. Registration of 'Mott' dwarf elephantgrass. **Crop Science**, v. 29, p. 827- 828, 1989.

SOLLENBERGER, L.E.; JONES JÚNIOR, C.S. Beef production from nitrogen-fertilized mott dwarf elephant grass pensacola bahiagrass pastures. **Tropical Grasslands**, v. 23, p. 129-134, 1989.

SOUZA SOBRINHO, F. *et al.* Avaliação do potencial de propagação por sementes de Capim-elefante hexaplóide. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 974-977, 2008.

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.A. *et al.* Dwarf and tall elephantgrass genotypes under Irrigation as Forage Sources for Ruminants: Herbage Accumulation and Nutritive Value. **Animals**, v. 11, p. 2392, 2021.

TEGAMI NETO, Â.; MELLO, S.P. Avaliação da produtividade e qualidade do capim paraíso (*Pennisetum hybridum*), em função de diferentes doses de nitrogênio em cobertura e frequência de corte. **Nucleus**, v. 4, n. 1, p. 1-4, 2007.

TESSEMA, Z.K.; MIHRET, J.; SOLOMON, M. Effect of defoliation frequency and cutting height on growth, dry-matter yield and nutritive value of Napier grass (*Pennisetum purpureum* (L.) Schumach). **Grass and Forage Science**, v. 65, n. 4, p. 421-430, 2010.

THEODOROU, M.K. *et al.* Simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 48, p. 185-197, 1994.

TOMICH, T.R. *et al.* Composição bromatológica e cinética de fermentação ruminal de híbridos de sorgo com capim-sudão. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 55, p. 747-755, 2003.

VALE, M.B.; AZEVEDO, P.V. Avaliação da produtividade e qualidade do capim elefante e do sorgo irrigados com água do lençol freático e do rejeito do dessalinizador. **Holos**, v. 3, p. 181-195, 2013.

VEIGA, J.B. *et al.* Capim-elefante anão sob pastejo I. Produção de forragem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 20, n. 8, p. 929-936, 1985.

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.

WOLIN, M.J. A theoretical rumen fermentation balance. **Journal of Dairy Science**, v. 43, n. 10, p. 1452–1459, 1960.

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.

APÊNDICES

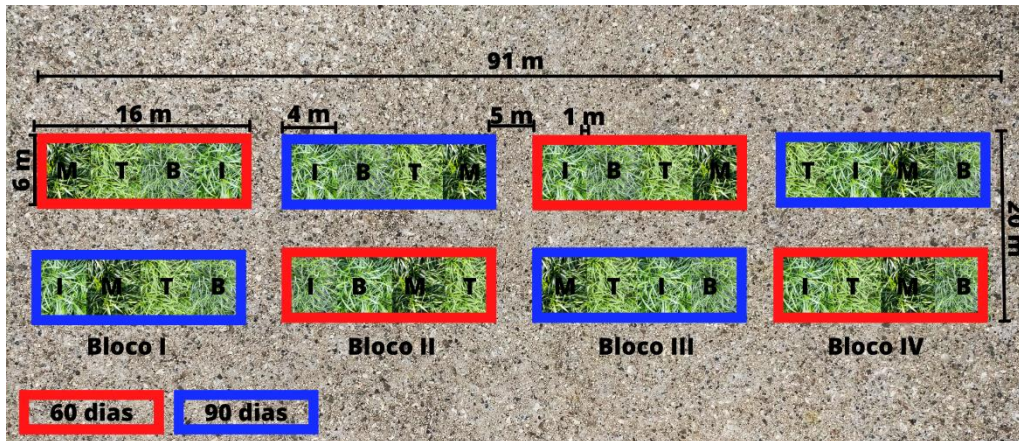


Figura 1. Croqui da área experimental e disposição dos tratamentos (frequência de colheita 60 e 90 dias), e genótipos (M= Mott; T= Taiwan A-146 2.37; B= Elefante B; I= IRI-381) nas subparcelas em Garanhuns - PE.



Figura 2. Disposição da irrigação em gotejamento na área experimental em Garanhuns – PE.

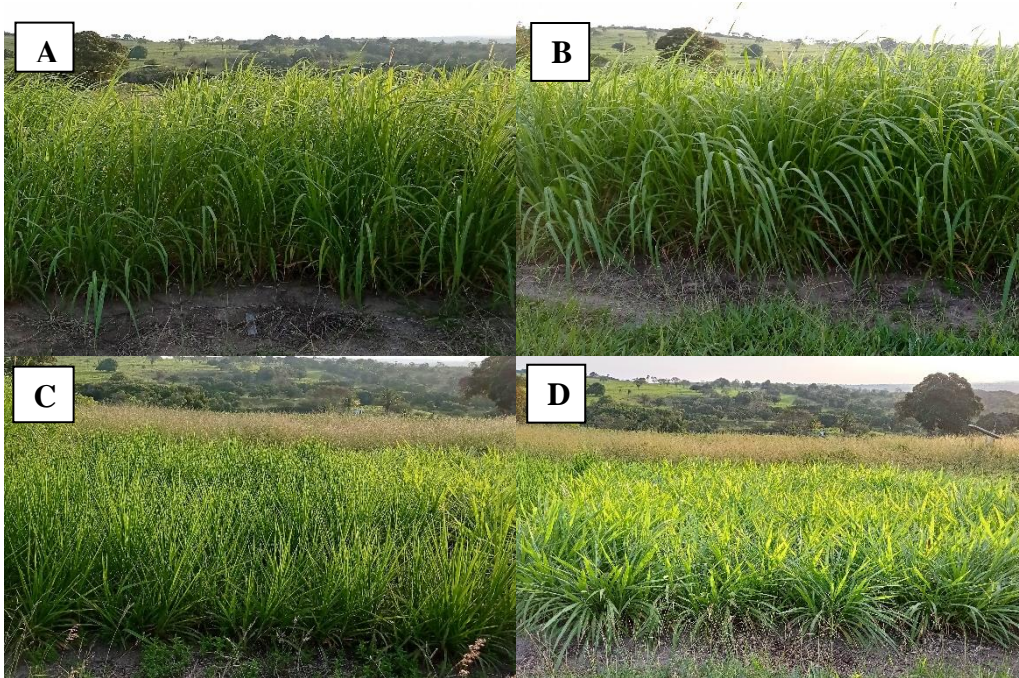


Figura 3. Genótipos (A) IRI-381, (B) Elefante B, (C) Taiwan A-146 2.37 e (D) Mott na área experimental em Garanhuns - PE.