

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

**ANATOMIA E VALOR NUTRITIVO DE GENÓTIPOS DE CAPIM-ELEFANTE
DE DIFERENTES PORTES SOB IRRIGAÇÃO**

RAYANNE THALITA DE ALMEIDA SOUZA

RECIFE - PE
JULHO – 2019

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

ANATOMIA E VALOR NUTRITIVO DE GENÓTIPOS DE CAPIM-ELEFANTE
DE DIFERENTES PORTES SOB IRRIGAÇÃO

RAYANNE THALITA DE ALMEIDA SOUZA

Zootecnista

RECIFE - PE

JULHO – 2019

RAYANNE THALITA DE ALMEIDA SOUZA

**ANATOMIA E VALOR NUTRITIVO DE GENÓTIPOS DE CAPIM-ELEFANTE
DE DIFERENTES PORTES SOB IRRIGAÇÃO**

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

Área de concentração: Forragicultura

Comitê de Orientação:

Prof^ª Dr^ª Mércia Virginia Ferreira dos Santos

Prof. Dr. Márcio Vieira da Cunha

Prof^ª Dr^ª Geane Gonçalves Dias Ferreira

RECIFE - PE

JULHO – 2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Centra, Recife-PE, Brasil

S729a Souza, Rayanne Thalita de Almeida
Anatomia e valor nutritivo de genótipos de Capim-elefante de diferentes portes sob irrigação / Rayanne Thalita de Almeida Souza. – 2019.
129 f. : il.

Orientadora: Mércia Virginia Ferreira dos Santos.
Coorientador: Márcio Vieira da Cunha.
Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Recife, BR-PE, 2019.
Inclui referências e apêndice(s).

1. Digestão 2. Nutrição animal 3. Capim-elefante 4. Interação genótipo-ambiente 5. Genótipo I. Santos, Mércia Virginia Ferreira dos, orient. II. Título

CDD 636

RAYANNE THALITA DE ALMEIDA SOUZA

**ANATOMIA E VALOR NUTRITIVO DE GENÓTIPOS DE CAPIM-ELEFANTE
DE DIFERENTES PORTES SOB IRRIGAÇÃO**

Tese defendida e aprovada em 19/07/2019, pela Comissão examinadora

Profª Drª Mércia Virginia Ferreira dos Santos
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Departamento de Zootecnia
(Orientadora)

Prof. Dr Alexandre Carneiro Leão de Mello
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Departamento de Zootecnia

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

Profª Drª Dulciene Karla de Andrade Silva
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Unidade Acadêmica de Garanhuns - UAG

Drª Maria da Conceição Silva
Instituto Agrônômico de Pernambuco - IPA

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

RAYANNE THALITA DE ALMEIDA SOUZA – Filha de Lucilene de Almeida Souza e Aldo José de Souza, nasceu no município de Garanhuns – PE, em 15 de outubro de 1989. Em agosto de 2008 ingressou no curso de Zootecnia da Unidade Acadêmica de Garanhuns/ Universidade Federal Rural de Pernambuco (UAG/UFRPE), onde desenvolveu atividades de monitoria, extensão e iniciação científica. Em 2013 recebeu o título de Zootecnista, momento em que ingressou no Curso de Pós-graduação em Ciência Animal e Pastagens da UAG/UFRPE, na área de concentração de Produção Animal, tendo concluído em Julho de 2015. Em agosto de 2015 ingressou no Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da UFRPE, em Recife, desenvolvendo seus estudos na área de Forragicultura, submetendo-se à defesa de tese para obtenção do título de Doutora em Zootecnia no dia 19 de Julho de 2019.

“Desistir... eu já pensei seriamente nisso, mas nunca levei realmente a sério; é que tem mais chão nos meus olhos do que cansaço em minhas pernas, mas esperança nos meus passos, do que tristeza nos meus ombros, mais estrada no meu coração do que medo na minha cabeça”

Cora Coralina

Nos momentos de dificuldades, de cansaço e de ausência,
a imagem, o sorriso, a compreensão e o amor me fizeram continuar.
Aos meus pais, Aldo e Lucilene à minha irmã Ranyelle a quem me espelhei sempre, e
meu amado noivo Jairo Cordeiro
Com vocês quero compartilhar esta vitória, homenageá-los e agradecer por tudo.

DEDICO

Deus,

Tu, que me deste a vida e me concedeste as capacidades de pensar e amar. Ensinaste-me a crer, preservar e esperar, crescendo no dia-a-dia. Com Tua presença constante, renovaste minhas forças para a concretização desta etapa. Agradecer-te e louvar-te é pouco, diante do privilégio de poder celebrar esta grande conquista.

*“A Ti faço uma homenagem, simples demais para um **Deus**, profunda demais para um homem.”*

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, por renovar minha fé e força a cada dia e fazer-me perseverar mesmo quando os obstáculos me pareciam intransponíveis, e por ter colocado em meu caminho pessoas maravilhosas que só acrescentaram.

Aos meus pais e minha irmã, pelo apoio forte e confiança durante toda a minha jornada, pelo amor incondicional dedicado a mim, sem o qual eu não teria força, coragem e perseverança suficientes para concluir mais esta etapa da minha vida. Tudo o que sou e tudo aquilo que poderei alcançar é fruto da cumplicidade e apoio da minha família, pela qual não tenho palavras para expressar a imensidão do meu amor por vocês.

Ao meu amado noivo Jairo Cordeiro, pelo seu empenho em colaborar ativamente em todas as etapas da minha formação e pelo amor, carinho e cuidado dedicados.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela oportunidade de participar do Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia.

À FACEPE (Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia de Pernambuco), pela bolsa de estudo cedida durante o curso e financiamento do projeto de pesquisa.

Á minha orientadora, Prof^a Mércia Virginia Ferreira dos Santos, por ter me aceitado como orientanda, sempre com muito profissionalismo e dedicação, pela confiança em mim depositada para o desenvolvimento deste trabalho, por todas as oportunidades oferecidas, pela paciência, compreensão e palavras de conforto em todos os momentos, acreditando que conseguiríamos e fazendo com que eu sempre persistisse e fosse adiante, pelo aprendizado que tive nestes quatro anos de convivência e também pelo amadurecimento profissional e pessoal que me proporcionou. Muito obrigada, professora! A Sr^a é a minha inspiração de profissional que eu quero seguir.

Ao Professor Márcio Vieira da Cunha, pela coorientação, pela paciência, por sempre nos ajudar nas decisões a serem tomadas, por todos os ensinamentos, incentivo, ajuda em todas as etapas do nosso trabalho e também pela sua contribuição no compartilhamento dos seus conhecimentos para a realização das análises estatísticas.

À Prof^a Geane Gonçalves Dias Ferreira, pela coorientação, ensinamentos, apoio e pelas valiosas contribuições nas correções do nosso trabalho.

Ao Prof^o Alexandre Carneiro Leão, pelo apoio, críticas construtivas, ensinamentos e sugestões para a melhoria do nosso trabalho.

Ao querido Prof^o Mário de Andrade Lira (*in memoriam*), pelo grande enriquecimento na etapa de formação de ideias deste projeto, pelos valiosos conhecimentos transmitidos, por todas as conversas e momentos de descontração ao seu lado, dispenso-lhe toda a minha estima e admiração.

Ao Prof^o José Carlos Batista Dubeux Jr., por aceitar me orientar durante estadia na University of Florida, pela oportunidade de crescimento pessoal e profissional e de realizar análises adicionais para o enriquecimento deste trabalho, e pela confiança depositada em mim para a condução de experimentos e análises laboratoriais. A todos os funcionários e amigos da North Florida Research and Education Center – Marianna, meu muito obrigada!

Ao Prof^o Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira, Prof^o Rafael Leite Braz e o técnico em laboratório Tony Cantarelli por viabilizar a utilização do Laboratório de Tecnologia Florestal no Departamento de Ciência Floresta da UFRPE para a visualização das lâminas histológicas e fotografias, na etapa da caracterização anatômica.

Ao Prof^o André Luiz Rodrigues Magalhães, pela contribuição a este trabalho, não medindo esforços para que eu pudesse conduzir as análises de produção de gás *in vitro* da melhor forma possível, sempre cedendo ajuda voluntária dos seus alunos para auxiliar nas incubações e medições durante as noites e madrugadas. Agradeço-lhe também por ser além de um professor e ser humano exemplar, um amigo, pelas suas palavras de conforto e ajuda em vários momentos e por sempre acreditar em mim e no meu trabalho, me dando várias oportunidades de expressar o meu potencial. Muito obrigada por tudo, professor!

A todos os professores do Departamento de Zootecnia da UFRPE que contribuíram para a minha formação profissional ao longo desta jornada.

A Carlos Henrique e Vanessa Fittipadi, técnicos do Laboratório de Nutrição Animal/UFRPE pelo grande apoio na realização das análises laboratoriais, e pela amizade construída.

Aos Técnicos da Unidade Acadêmica de Garanhuns – UAG, em nome de Vanilson Pedro, pela ajuda indispensável na implantação e condução dos trabalhos de campo.

Aos funcionários de campo da Empresa Soll, que prestaram serviços importantes para a condução dos trabalhos de campo, na Fazenda Experimental da UFRPE, em nome do supervisor Gilvan.

A Estação Experimental de Cana-de-Açúcar de Carpina e toda a equipe que ajudou na fase de produção do material vegetativo para a propagação dos genótipos.

A Eduardo Bruno (*in memoriam*), pela indispensável contribuição no início deste projeto.

A todos os colegas do grupo de Forragicultura que de alguma forma contribuíram direta ou indiretamente com a realização deste trabalho e, principalmente, aos companheiros de experimento, Robson Elpídio e Gilka Talita.

Aos amigos que a pós-graduação me deu: Michelle Siqueira, Marina Almeida, Thaíse Peixoto, Ana Herrera, Williane Diniz, Núbia Epifânio, Leonardo Santos, Wellington Diniz, Hugo Barros, Jeska Fernandes, Heráclito Lima, Lenildo Teixeira, Natália Lima e Rennan Afonso pelo companheirismo, conversas, risadas, ajuda e compartilhamento de momentos.

À amiga Ana Lúcia Teodoro, por toda ajuda sem medir esforços na UAG/UFRPE. Não tenho palavras para descrever o quanto sou grata por ter tido você como companheira de trabalho e de vida.

À minha querida amiga Fernanda Dantas, que esteve comigo desde o primeiro dia do doutorado, tornando mais leves todas as cargas desta fase. Me apoiou, acolheu, acreditou em mim, e fez parte de cada etapa deste caminho.

A Daci Abreu, que além de PIBIC, foi uma grande amiga e que sem ela a condução dos trabalhos em laboratório teria sido muito mais difícil.

Aos queridos Erick Santos, Gleise Medeiros, Vanessa Longhini, Luana Zagato, Fábio Pinese, Flávia Van Cleef, Luana Dantas, David Jaramillo, Sebastian Cespedes, Fernando Sanchez, Marco Altamirano, Federico Tarnonsky, Federico Podversich, Sergio Roskopf, Liza Garcia, Prof^o Nicolas Di Lorenzo, Martin Ruiz, Carol Cerqueira, Hélio Vasco e Mariana Garcia por todos os momentos compartilhados, e que eu nunca esquecerei, durante a minha estadia nos Estados Unidos.

Aos amigos Diego Cunha, Raquel Lima, Steyce Neves, José Fábio, Jordânia, Ana Clara Leite, Beatriz Miranda e Daniel Bezerra da Unidade Acadêmica de Garanhuns, pelos vários momentos compartilhados durante as incubações e medições de produção de gás *in vitro*.

À banca avaliadora, por aceitar participar e pelas valiosas contribuições.

Enfim, a todos os amigos que mesmo distante, de alguma forma se fizeram presentes nesta caminhada e a todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho e torceram pela minha vitória.

“Agradecer é admitir que houve um momento em que se precisou de alguém; é reconhecer que o homem jamais poderá aproveitar para si o dom de ser auto-suficiente. Ninguém cresce sozinho: sempre é preciso um olhar de apoio, uma palavra de incentivo, um gesto de compreensão, uma atitude de amor.”

A todos vocês, muito obrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	xiii
LISTA DE FIGURAS	xiv
RESUMO GERAL.....	xix
SUMMARY	xx
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	1
CAPÍTULO 1	3
REFERENCIAL TEÓRICO	3
CAPÍTULO 2	30
RESUMO	31
ABSTRACT.....	32
INTRODUÇÃO	33
MATERIAL E MÉTODOS	35
RESULTADOS.....	43
DISCUSSÃO.....	62
CONCLUSÕES.....	69
REFERÊNCIAS	70
CAPÍTULO 3	76
RESUMO	77
ABSTRACT.....	78
INTRODUÇÃO	79
MATERIAL E MÉTODOS	81
RESULTADOS.....	85
DISCUSSÃO.....	93
CONCLUSÕES.....	97
REFERÊNCIAS	98
CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES.....	102
APÊNDICES.....	104

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2 - Atributos químico-bromatológicos e produção de gás *in vitro* de genótipos de *Pennisetum purpureum* schum. de diferentes portes sob irrigação no Agreste de Pernambuco

Página

Tabela 1. Características químicas do solo da área experimental, Garanhuns-PE.....	37
Tabela 2. Análise da água de abastecimento utilizada aplicada na área experimental, Garanhuns-PE.	38
Tabela 3. Interação irrigação x genótipo x período do ano para valor nutritivo (g/ kg MS) da fração lâminas foliares de genótipos de <i>Pennisetum purpureum</i> , irrigado e nao irrigado, no período chuvoso e seco de 2017 e 2018.	45
Tabela 4. Interação irrigação x genótipo x período do ano para os componentes químico-bromatológicos (g kg ⁻¹ MS) da fração colmo de genótipos de <i>Pennisetum purpureum</i> , irrigado e não irrigado, no período chuvoso e seco de 2017 e 2018.	48
Tabela 5. Interação irrigação x genótipo x período do ano para fracionamento de proteína (% PB) das lâminas foliares de genótipos de <i>Pennisetum purpureum</i> , irrigado e nao irrigado, no período chuvoso e seco de 2017 e 2018.	50
Tabela 6. Interação irrigação x genótipo x período do ano para fracionamento de proteína (% PB) da fração colmo de genótipos de <i>Pennisetum purpureum</i> , irrigado e nao irrigado, no período chuvoso e seco de 2017 e 2018.	51
Tabela 7. Interação genótipo x irrigação para fracionamento de carboidratos (% CHOT) das lâminas foliares de genótipos de <i>Pennisetum purpureum</i> , irrigado e nao irrigado, no período chuvoso e seco de 2017 e 2018.....	53
Tabela 8. Interação irrigação x genótipo x período do ano para volume de gás produzido pela degradação dos carboidratos fibrosos (Vf2) ($P = 0,0003$) e produção total de gás (Vt) ($P = 0,0058$) da fração colmo de genótipos de <i>Pennisetum purpureum</i> , irrigado e nao irrigado, no período chuvoso e seco de 2017 e 2018.	61

Capítulo 3 - Características anatômicas de genótipos de *Pennisetum purpureum* Schum. de diferentes portes sob irrigação no Agreste de Pernambuco

Página

Tabela 1. Características químicas do solo da área experimental, Garanhuns-PE.....	82
--	----

Tabela 2. Interação genótipo x irrigação para proporção de esclerênquima (% na seção transversal) em fragmentos de lâmina foliar e colmo, em <i>Pennisetum purpureum</i> irrigado e nao irrigado.....	87
Tabela 3. Interação genótipo x período do ano sobre a proporção de esclerênquima (% na seção transversal) em fragmentos de lâmina foliar, em <i>Pennisetum purpureum</i> irrigado e nao irrigado, no período chuvoso e seco	88
Tabela 4. Interação genótipo x irrigação x período do ano sobre a proporção (% na seção transversal) de mesofilo em fragmentos de lâmina foliar em <i>Pennisetum purpureum</i> irrigado e nao irrigado, no período chuvoso e seco.....	90
Tabela 5. Interação genótipo x irrigação x período do ano sobre a proporção de xilema e fibras associadas (% na seção transversal) em fragmentos de lâmina foliar e colmo, em <i>Pennisetum purpureum</i> irrigado e nao irrigado, no período chuvoso e seco	91
Tabela 6. Coeficientes de correlação linear simples (n=128) entre componentes químicos e anatômicos em lâminas foliares de <i>Pennisetum purpureum</i>	92
Tabela 7. Coeficientes de correlação linear simples (n=128) entre componentes químicos e anatômicos em colmos de <i>Pennisetum purpureum</i>	92

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 2 - Atributos químico-bromatológicos e produção de gás *in vitro* de genótipos de *pennisetum purpureum* schum. de diferentes portes sob irrigação no Agreste de Pernambuco

	Página
Figura 1. Localização da fazenda experimental da UFRPE, Garanhuns-PE.	36
Figura 2. Precipitação, temperatura média do ar, evapotranspiração e irrigação diária registrada durante o período experimental, Garanhuns-PE.....	40
Figura 3. Matéria seca (g kg^{-1} MS) das lâminas foliares de genótipos de <i>Pennisetum purpureum</i> , irrigado e não irrigado no período chuvoso e seco de 2017 e 2018, afetado pela (A) interação irrigação x coleta ($P = 0,0001$) e (B) genótipo x coleta ($P = 0,0076$). Letras maiúsculas comparam os períodos do ano e as letras minúsculas irrigado e nao irrigado e os genótipos, de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.	43

Figura 4. Matéria seca (g kg^{-1} MS) da fração colmo de genótipos de *Pennisetum purpureum*, irrigado e não irrigado, no período chuvoso e seco de 2017 e 2018, afetado pela interação irrigação x coleta ($P = 0,0001$). Letras maiúsculas comparam os períodos do ano e as letras minúsculas irrigado e não irrigado, de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.44

Figura 5. Lignina (g kg^{-1} MS) das lâminas foliares de genótipos de *Pennisetum purpureum*, irrigado e não irrigado, no período chuvoso e seco de 2017 e 2018, afetado pela interação genótipo x irrigação ($P = 0,0377$). Letras maiúsculas comparam irrigado e não irrigado, e as letras minúsculas os genótipos, de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.46

Figura 6. FDN (g kg^{-1} MS) da fração colmo de genótipos de *Pennisetum purpureum*, irrigado e não irrigado, no período chuvoso e seco de 2017 e 2018, afetado por (A) genótipos ($P = 0,0001$); (B) interação irrigação x período do ano ($P = 0,0001$). Letras maiúsculas comparam os genótipos e os períodos do ano e as letras minúsculas c irrigado e não irrigado, de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.47

Figura 7. DIVMS (g kg^{-1} MS) da fração colmo de genótipos de *Pennisetum purpureum*, irrigado e não irrigado, no período chuvoso e seco de 2017 e 2018, afetado pela interação (A) irrigação x período do ano ($P = 0,0002$); (B) interação genótipo x período do ano ($P = 0,0001$). Letras maiúsculas comparam os períodos do ano e as letras minúsculas irrigado e não irrigado e os genótipos, de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.47

Figura 8. Efeito dos períodos do ano sobre o fracionamento de carboidratos (% CHOT) das lâminas foliares de genótipos de *Pennisetum purpureum*, irrigado e não irrigado, no período chuvoso e seco de 2017 e 2018. Letras maiúsculas comparam os períodos do ano em cada fração avaliada, de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.53

Figura 9. Fração A+B1 dos carboidratos (% CHOT) da fração colmo de genótipos de *Pennisetum purpureum*, irrigado e não irrigado, no período chuvoso e seco de 2017 e 2018 afetado pela interação genótipo x irrigação ($P = 0,0001$). Letras maiúsculas comparam irrigado e não irrigado e as letras minúsculas os genótipos, de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.54

Figura 10. Fração B2 dos carboidratos (% CHOT) da fração colmo de genótipos de *Pennisetum purpureum*, irrigado e não irrigado, no período chuvoso e seco de 2017 e 2018 afetado pelo (A) período do ano ($P = 0,0001$); (B) interação genótipo x irrigação ($P = <,0001$). Letras maiúsculas comparam irrigado e não irrigado e as letras minúsculas os genótipos, de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.55

Figura 11. Fração C dos carboidratos (% CHOT) da fração colmo de genótipos de *Pennisetum purpureum*, irrigado e não irrigado, no período chuvoso e seco de 2017 e 2018 afetado pelos (A) genótipos ($P = 0,0001$); (B) períodos do ano ($P = 0,0056$). Letras maiúsculas comparam os genótipos e períodos do ano, de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.55

Figura 12. Volume de gás produzido pela degradação dos carboidratos não fibrosos (Vf1) ($\text{mL g}^{-1} \text{MS h}^{-1}$) das lâminas foliares de genótipos de *Pennisetum purpureum*, irrigado e não irrigado, no período chuvoso e seco de 2017 e 2018 afetado pela (A) ausência e presença de irrigação ($P = 0,0158$); (B) interação genótipo x período do ano ($P = 0,0018$). Letras maiúsculas comparam os períodos do ano e as letras minúsculas os genótipos, de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.56

Figura 13. Volume de gás produzido pela degradação dos carboidratos não fibrosos (Vf1) ($\text{mL g}^{-1} \text{MS h}^{-1}$) da fração colmo de genótipos de *Pennisetum purpureum*, irrigado e não irrigado, no período chuvoso e seco de 2017 e 2018 afetado pela interação genótipo x período do ano ($P = 0,0001$). Letras maiúsculas comparam os períodos do ano e as letras minúsculas os genótipos, de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.57

Figura 14. Taxa de degradação dos carboidratos não fibrosos (K1) ($\% \text{h}^{-1}$) das lâminas foliares de genótipos de *Pennisetum purpureum*, irrigado e não irrigado, no período chuvoso e seco de 2017 e 2018 afetado pela interação (A) genótipo x irrigação ($P = 0,031$); (B) genótipo x período do ano ($P = 0,0003$). Letras maiúsculas comparam irrigado e não irrigado e os períodos do ano e as letras minúsculas os genótipos, de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.57

Figura 15. Lag time (h) das lâminas foliares de genótipos de *Pennisetum purpureum*, irrigado e não irrigado, no período chuvoso e seco de 2017 e 2018 afetado pela interação genótipo x irrigação ($P = 0,0453$). Letras maiúsculas comparam irrigado e não irrigado e as letras minúsculas os genótipos, de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.58

Figura 16. Lag time (h) da fração colmo de genótipos de *Pennisetum purpureum*, irrigado e não irrigado, no período chuvoso e seco de 2017 e 2018 afetado pela interação (A) genótipo x irrigação ($P = 0,0077$). Letras maiúsculas comparam irrigado e não irrigado e as letras minúsculas os genótipos, de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média..... 59

Figura 17. Volume de gás produzido pela degradação dos carboidratos fibrosos (Vf2) ($\text{mL g}^{-1} \text{MS h}^{-1}$) das lâminas foliares de genótipos de *Pennisetum purpureum*, irrigado e não irrigado, no período chuvoso e seco de 2017 e 2018 afetado pela interação (A) genótipo x irrigação ($P = 0,0033$). Letras maiúsculas comparam irrigado e não irrigado e as letras minúsculas os genótipos, de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média. 59

Figura 18. Produção total de gás (Vt) ($\text{mL g}^{-1} \text{MS h}^{-1}$) das lâminas foliares de genótipos de *Pennisetum purpureum*, irrigado e não irrigado, no período chuvoso e seco de 2017 e 2018 afetado pela interação (A) irrigação x período do ano ($P = 0,0238$); (B) genótipo x período do ano ($P = 0,0019$). Letras maiúsculas comparam os períodos do ano e as letras minúsculas irrigado e não irrigado e os genótipos de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média. 60

Figura 19. Taxa de degradação dos carboidratos fibrosos (K2) ($\% \text{h}^{-1}$) da fração colmo de genótipos de *Pennisetum purpureum*, irrigado e não irrigado, no período chuvoso e seco de 2017 e 2018 afetado pela interação (A) irrigação x período do ano ($P = 0,0042$); (B) genótipo x período do ano ($P = 0,0001$). Letras maiúsculas comparam os períodos do ano e as letras minúsculas irrigado e não irrigado e os genótipos, de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média. 62

Capítulo 3 - Características anatômicas de genótipos de *Pennisetum purpureum* Schum. de diferentes portes sob irrigação no Agreste de Pernambuco

Página

Figura 1. Precipitação, temperatura média do ar, evapotranspiração e irrigação diária registrada durante o período experimental, Garanhuns-PE..... 83

Figura 2. Efeito dos genótipos na proporção de epiderme adaxial ($P = 0,0002$) e abaxial ($P = 0,0003$) em fragmentos de lâmina foliar, em *Pennisetum purpureum*..... 86

Figura 3. Efeito dos genótipos ($P = 0,0001$) na proporção de epiderme em fragmentos de colmo, em *Pennisetum purpureum*..... 86

Figura 4. Seções transversais da anatomia da lâmina foliar de genótipos *Pennisetum purpureum* irrigado e não irrigado, no período chuvoso e seco de 2017 e 2018, Garanhuns-PE. A=Mott (irrigado); B=Taiwan A-146 2.37 (irrigado); C=Elefante B (irrigado); D=IRI 381 (irrigado); E= Mott (não irrigado); F= Taiwan A-146 2.37 (não irrigado); G= Elefante B (não irrigado); H= IRI 381 (não irrigado). Barras = 1000µm. 87

Figura 5. Seções transversais da anatomia da fração colmo de genótipos *Pennisetum purpureum* na presença e ausência de irrigação no período chuvoso e seco de 2017 e 2018, Garanhuns-PE. A=Mott (irrigado); B=Taiwan A-146 2.37 (irrigado); C=Elefante B (irrigado); D=IRI 381 (irrigado); E= Mott (não irrigado); F= Taiwan A-146 2.37 (não irrigado); G= Elefante B (não irrigado); H= IRI 381 (não irrigado). Barras = 1000µm. 88

Figura 6. Interação irrigação x período do ano ($P = 0,0001$) para proporção de esclerênquima (% na seção transversal) em fragmentos de colmo, em *Pennisetum purpureum* irrigado e não irrigado, no período chuvoso e seco..... 89

Figura 7. Efeito dos genótipos sobre a proporção de bainha vascular em fragmentos de lâmina foliar ($P = 0,0011$), em *Pennisetum purpureum*. 89

Figura 8. Efeito dos genótipos sobre a proporção de parênquima em fragmentos de colmo ($P = 0,0001$), em *Pennisetum purpureum*. 90

Figura 9. Efeito dos genótipos sobre a proporção de floema em fragmentos de lâmina foliar ($P = 0,0002$) e colmo ($P = 0,0516$), em *Pennisetum purpureum* 92

ANATOMIA E VALOR NUTRITIVO DE GENÓTIPOS DE CAPIM-ELEFANTE DE DIFERENTES PORTES SOB IRRIGAÇÃO

RESUMO GERAL – Os fatores ambientais e de manejo afetam ao longo do período de desenvolvimento das plantas as características anatômicas e nutritivas da forragem. Objetivou-se, com esta pesquisa avaliar o efeito de genótipos de Capim-elefante de diferentes portes associado à presença e ausência de irrigação, no período seco e chuvoso do ano sobre o valor nutritivo, produção de gás *in vitro* e aspectos anatômicos das lâminas foliares e colmos. O experimento foi conduzido no município de Garanhuns/Pernambuco, durante os anos de 2017 e 2018. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com esquema de parcelas subdivididas. As parcelas principais foram constituídas da presença ou ausência de irrigação e as subparcelas compostas por quatro genótipos de *Pennisetum purpureum* (Mott, Taiwan A-146 2.37, Elefante B e IRI-381). As amostragens vegetais foram realizadas no período chuvoso (agosto) e seco (dezembro). Foram realizadas análises químico-bromatológicas, digestibilidade *in vitro* da matéria seca e produção de gás *in vitro*, além de análises anatômicas nas lâminas foliares e colmos. Nas lâminas foliares, verificou-se de maneira geral, que o Mott apresentou teores de FDN (588,98 g kg⁻¹ MS) significativamente menores ($P \leq 0,05$) que o Taiwan A-146 2.37 (598,22 g kg⁻¹ MS) e os genótipos de porte alto (668,26 g kg⁻¹ MS) não diferiram entre si. Quanto à presença de irrigação, houve efeito significativo ($P \leq 0,05$) apenas na época seca, com maiores deposições de componentes fibrosos nas lâminas foliares. Para os colmos, houve diferença significativa ($P \leq 0,05$) no tratamento não irrigado, com maiores teores de FDN (709,16 g kg⁻¹ MS) e menores de DIVMS (377,94 g kg⁻¹ MS) na época chuvosa do ano, quando comparado ao período seco que apresentou menor teor de FDN e maior DIVMS, respectivamente, (648,63 g kg⁻¹ MS; 410,82 g kg⁻¹ MS). A fração C dos carboidratos nas lâminas foliares não diferiu entre os genótipos, porém, com irrigação, esta fração aumentou em 20%. Houve maior proporção da fração B1+B2 dos compostos nitrogenados nas plantas sem irrigação. Em relação ao volume de gás obtido através da degradação dos carboidratos fibrosos, observou-se maior valor na fração colmo em comparação às lâminas foliares, sobretudo nos genótipos de porte alto. A proporção de epiderme adaxial e abaxial das lâminas

foliares variou significativamente ($P \leq 0,05$), entre genótipos. Quanto ao tecido esclerenquimático nas lâminas foliares, ocorreu interação significativa ($P \leq 0,05$) entre irrigação e genótipos, e entre genótipos e período do ano. No que se refere à bainha vascular nas lâminas foliares, houve efeito isolado dos genótipos ($P \leq 0,05$) e observou-se que a menor e maior proporção de bainha vascular foi registrada, respectivamente, no genótipo Mott (19,93%) e IRI 381 (14,65%) e não diferiram dos genótipos Taiwan A-146 2.37 (17,42%) e Elefante B (17,98%). Para a proporção de parênquima em colmos houve efeito isolado ($P \leq 0,05$) de genótipo, sendo observada maior área de parênquima na fração colmo dos genótipos de porte baixo (57,35%), que diferiram significativamente dos genótipos de porte alto (52,05%). Os carboidratos indigestíveis, FDN, FDA e lignina apresentaram fortes correlações negativas com o mesofilo e positivas com o tecido esclerequimático, enquanto entre os carboidratos de rápida degradação ruminal e digestibilidade *in vitro* da matéria seca, verificou-se correlações positivas com o mesofilo. Genótipos de porte baixo possuem melhor valor nutritivo, quando comparado aos genótipos de porte alto. O menor valor nutritivo dos genótipos sob irrigação pode indicar que a frequência de corte deveria ser maior, haja vista os efeitos da água no aumento da velocidade de crescimento dos genótipos, notadamente nos de porte alto. O período chuvoso do ano e a presença de irrigação proporcionam maiores áreas de tecidos de lenta degradação ou indigestíveis. Estimativas das proporções de mesofilo, xilema, fibras associadas e esclerênquima combinado com a composição química melhora a estimativa de valor nutritivo.

Palavras-chave: Digestibilidade, Estacionalidade, Fermentação ruminal, Parede celular, Proporção de tecidos.

ANATOMY AND NUTRITIVE VALUE OF ELEPHANT GRASS GENOTYPES OF DIFFERENT SIZE UNDER IRRIGATION

SUMMARY – Environmental and management factors affect throughout the plant development period the anatomical and nutritive characteristics of forage. The objective of this research was to evaluate the effect of elephant grass genotypes of different size

associated with the presence and absence of irrigation, in the dry and rainy season on the nutritive value, *in vitro* gas production and anatomical aspects in the leaf blade and stem. The experiment was carried in Garanhuns/Pernambuco, during the years 2017 and 2018. The experimental design was in randomized blocks, with split plot scheme. The main plots consisted in the presence or absence of irrigation and the subplots four genotypes of elephant grass (Mott, Taiwan A-146 2.37, Elefante B e IRI-381). Plant samples were taken in the rainy (August) and dry season (December). Chemical bromatological analyzes, *in vitro* digestibility of dry matter, *in vitro* gas production and anatomical analyzes were performed on leaf blades and stems. In the leaf blades was showed that Mott expressed significantly lesser NDF ($588.98 \text{ g kg}^{-1} \text{ DM}$) ($P \leq 0.05$) than Taiwan A-146 2.37 ($598.22 \text{ g kg}^{-1} \text{ DM}$) and the high-size genotypes ($668.26 \text{ g kg}^{-1} \text{ DM}$) did not differ from each other. In the presence of irrigation there was a significant effect ($P \leq 0.05$) only in the dry season with greater deposition of fibrous components in the leaf blades. In the stems, there was a significant difference ($P \leq 0.05$) in the non-irrigated treatment with greater NDF ($709.16 \text{ g kg}^{-1} \text{ DM}$) and lower IVDMD ($377.94 \text{ g kg}^{-1} \text{ DM}$) in the rainy season when compared to dry season, which had lesser NDF content and greater DIVMS, respectively ($648.63 \text{ g kg}^{-1} \text{ DM}$, $410.82 \text{ g kg}^{-1} \text{ DM}$). The C fraction of the carbohydrates in the leaf blades did not differ between the genotypes, however with irrigation this fraction increased by 20%. There was a greater proportion of the B1 + B2 fraction of the nitrogen compounds in the plants without irrigation. The volume of gas obtained through the degradation of the fibrous carbohydrates, it was significantly greater in the stem, than to the leaf blades, especially in the high-size genotypes. The proportion of adaxial and abaxial leaf blades epidermis of leaf blades varied significantly ($P \leq 0.05$) between the genotypes. There were a significant interaction ($P \leq 0.05$) between irrigation and genotypes, and between genotypes and season to sclerenchymatic tissue in leaf blades. Regards the vascular sheath in the leaf blades, there was an isolated effect of the genotypes ($P \leq 0.05$) and it was observed that the highest and lowest proportion of vascular sheath was recorded, respectively, in the Mott (19.93%), and IRI 381 (14.65%) and did not differ from the Taiwan A-146 2.37 (17.42%) and Elefante B (17.98%). For the proportion of parenchyma in stems, there was an isolated effect ($P \leq 0.05$) between the genotypes, a greater parenchyma area was recorded in the stem of the small-size genotypes (57.35%), which was different

significantly from the high-size (52.05%). The indigestible carbohydrates, NDF, ADF and lignin presented strong negative correlations with mesophyll and positive with sclerenchymatic tissue, while the carbohydrates of rapid rumen degradation and *in vitro* digestibility of the dry matter showed positive correlations with the mesophyll. Small-size genotypes have better nutritive value when compared to high-size genotypes. The lesser nutritive value of the genotypes under irrigation may indicate that the cutoff frequency should be higher due to the effects of water on the growth of genotypes, especially in the high-size genotypes. The rainy season and the presence of irrigation provide larger areas of degradation slow tissue or indigestible. Estimates of the proportions of mesophyll, xylem, associated fibers and sclerenchyma combined with chemical composition improves the estimation of nutritive value.

Keywords: Cell wall, Digestibility, Proportion of tissues, Ruminal fermentation, Seasonality.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O cenário da pecuária brasileira possui uma característica importante, que é ter a maior parte de seu rebanho criado a pasto. Além disso, há uma grande necessidade na produção de alimentos de origem animal de qualidade diante do crescimento da população mundial, sem que seja necessário o aumento das áreas já exploradas.

Assim, é crescente o número de produtores que vem conduzindo a pecuária desenvolvida a pasto a uma fase de refinamento, marcada pela busca de maior produtividade, ou seja, aumentar a produção animal com menores áreas para o cultivo de forrageiras.

Desta forma, o cultivo de áreas com forrageiras para corte, denominadas capineiras, é uma alternativa utilizada no suprimento de forragem, principalmente nas épocas de baixa precipitação pluvial. Neste sentido, uma das espécies forrageiras mais utilizadas é o Capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), em decorrência da qualidade do volumoso produzido, boa aceitação pelos animais e elevado rendimento forrageiro.

Para a obtenção de alta quantidade de forragem com alto valor nutritivo, é importante a avaliação das alterações nos aspectos nutritivos, anatômicos e morfológicos das plantas, para a escolha adequada dos genótipos, bem como o uso de práticas de manejo que garantam a sustentabilidade do sistema produtivo.

Dentre os genótipos de Capim-elefante, os de porte baixo possuem diferenças morfológicas, de rendimento e de valor nutritivo, que apesar de produzir menor quantidade de forragem, possuem uma forragem de maior valor nutritivo. Isto acontece em função do maior tempo gasto para a elevação do meristema apical, quando comparados aos genótipos de porte alto, que possui elevada proporção de colmos na massa de forragem total, devido ao rápido alongamento do colmo, o que torna o valor nutritivo da forragem produzida menor.

Para elucidar algumas diferenças nutricionais entre genótipos, a utilização de metodologias que possibilitem avaliações eficientes e confiáveis, é importante na identificação de genótipos superiores. Para isso, o estudo histológico tem sido utilizado

como ferramenta, em função da sua alta relação com as análises químicas e de digestibilidade *in vitro*, e porque nem sempre apenas a composição química e digestibilidade *in vitro* explicam as variações de valor nutritivo em forrageiras.

Neste contexto, um exemplo é a avaliação da cinética de fermentação através da produção de gás *in vitro*, que explica as diferenças na acessibilidade dos microrganismos ruminais aos carboidratos da parede celular, tanto em função da composição química, mas também pelo arranjo estrutural das células dentro de cada tecido e dos tecidos dentro de cada fração da planta, o que a digestibilidade *in vitro* por si só também não explica.

As mudanças na anatomia e valor nutritivo da planta podem ser causadas, por vários fatores, incluindo o regime hídrico, de forma que plantas cultivadas sob maior suprimento hídrico tendem a apresentar maiores proporções de tecidos de sustentação e paredes celulares mais espessas, devido ao maior potencial de crescimento que a presença da água impõe, desde que, fatores como luminosidade e temperatura do ar não sejam limitantes ao desenvolvimento vegetal.

Assim, objetivou-se avaliar o efeito de genótipos de Capim-elefante de diferentes portes, associado à presença ou ausência de irrigação, nos períodos secos e chuvosos do ano, sobre o valor nutritivo e aspectos anatômicos da fração folha e colmo.

CAPÍTULO 1
REFERENCIAL TEÓRICO

**Efeito da irrigação e do porte da planta sobre as características
nutritivas de *Pennisetum purpureum***

1. Capim-elefante: Classificação botânica, origem e características gerais

O Capim-elefante pertence à família *Poaceae*, subfamília *Panicoideae*, tribo *Paniceae*, gênero *Pennisetum*, abrange cerca de 140 espécies, distribuídas em cinco seções (*Penicillaria*, *Brevivalvula*, *Gymnothrix*, *Heterostachya* e *Eu-Pennisetum*) com base em características morfológicas. A seção *Penicillaria* inclui as espécies economicamente mais importantes: Capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schumacher) e milheto (*Pennisetum glaucum* Linnaeus) (Martel et al., 2004; Pereira et al., 2001).

O Capim-elefante, é uma gramínea perene, tropical, nativa da África com distribuição natural entre as regiões da Guiné, Angola, Rodésia, Maçambique e sul do Quênia, foi reconhecida como uma valiosa cultura forrageira no início do século XX pelo Coronel Napier, sendo introduzida na maior parte dos trópicos úmidos do mundo (Freitas et al., 2010).

No Brasil, o Capim-elefante foi introduzido no ano de 1920, especificamente no estado de São Paulo, através de mudas dos genótipos Mercker (Elefante B) e Napier (Elefante A) trazidas de Cuba, e propagou-se posteriormente para os outros estados do Brasil (Veiga et al., 1985; Cunha et al., 2011). A espécie, possui um amplo número de cultivares, tendo a Embrapa gado de leite em seu banco de germoplasma 120 acessos, resultantes da introdução de materiais de diversas coleções brasileiras (Pereira et al., 2008).

Nas regiões Norte e Nordeste a produtividade desta gramínea é considerada alta (Viana et al., 2015), principalmente nas áreas mais úmidas e com altas temperaturas, em função do seu centro de origem, caracterizados por vales férteis com precipitação anual superior a 1.000 mm (Río et al., 2012).

Encontra-se disseminado praticamente em todo o território brasileiro (Silva Carvalho et al., 2018), pela adaptação às condições climáticas predominantes em quase todo o país. Em razão do seu elevado potencial produtivo por unidade de área e valor nutritivo superior, quando comparada a outras gramíneas tropicais, pode ser utilizada tradicionalmente para corte com a oferta picada no cocho como fonte de volumoso para os animais, além disso, tem mostrado ótimos resultados quando utilizado sob condições de pastejo (Mello et al., 2002; Cóser et al., 2008; Meinerz et al., 2011).

Das gramíneas forrageiras mais cultivadas no mundo, encontra-se o *P. purpureum* Schum., espécie alógama e protogínica se destaca por possuir um germoplasma altamente heterozigoto, de alta variabilidade o que resulta em diferenças morfológicas e produtivas nos diversos genótipos e híbridos de Capim-elefante (Silva et al., 2008b). Sua propagação é feita usualmente vegetativa como forma de fixação de características de interesse em determinado genótipo, e em função das sementes apresentarem baixa germinação e quando germinam, apresentam desuniformidade na população de plantas (Souza Sobrinho et al., 2008).

Trata-se de uma espécie alotetraplóide ($2n=4x=28$), possui número básico de cromossomos igual a 7, e germoplasma composto por clones, variedades e híbridos intra e interespecíficos (Nunes et al., 2013). A hibridação inter e intraespecífica entre genótipos de *Pennisetum* sp. visa combinar a perenidade, qualidade, quantidade da forragem produzida, resistência à pragas e doenças e viabilidade de sementes para propagação. Estas características desejáveis devem ser consideradas para a seleção de uma espécie forrageira para a formação de uma pastagem ou capineira, porém deve-se levar em consideração que a expressão destas características são influenciadas pela interação genótipo x ambiente x manejo (Freitas et al., 2010).

De acordo com a descrição botânica de Carvalho (1985), o Capim-elefante apresenta hábito de crescimento cespitoso, raízes rizomatosas, altura variando conforme o porte da planta, podendo ser do tipo anão, com os entrenós curtos, ou alto, com entrenós mais espaçados. Os colmos são cilíndricos, lisos e cheios com nós proeminentes, lígula curta e ciliada e inflorescência na forma de panícula. E como característica marcante, apresenta estacionalidade de produção acentuada, principalmente, no período seco (2.331 kg/ha), concentrando a maior parte da sua produção no período chuvoso do ano (5.564 kg/ha) (Bhering et al., 2008; Vitor et al., 2009; Silva Carvalho et al., 2018).

Todavia, a superioridade do Capim-elefante em produção de biomassa total tem sido atribuída ao elevado desenvolvimento dos colmos (Garcia et al., 2011), já que vários autores relatam a influência da altura da planta como um bom indicador para a estimativa da produção de matéria seca em Capim-elefante (Mello et al., 2002; Silva et al., 2009; Silva et al., 2008a). Junto ao rápido desenvolvimento dos colmos e avanço da maturidade das plantas nos cultivares de Capim-elefante de porte alto, há a perda de

valor nutritivo, entretanto, nos cultivares de porte baixo, estas perdas são menores em função da taxa no acúmulo de colmos ser lenta (Bhering et al., 2008; Lima et al., 2007).

2. Manejo pós plantio

2.1. Potencial do uso da irrigação

Os setores agrícolas efetivamente irrigados no Brasil alcançam um total de aproximadamente 6.902.960 de hectares, que corresponde a quase 1% das áreas irrigadas no mundo (IBGE, 2018; FAOSTAT, 2006).

Sobre a utilização da irrigação localizada por gotejamento nos estabelecimentos agropecuários, segundo o censo agropecuário feito pelo IBGE (2018) foram quantificados 1.038.720 de hectares em todo o Brasil, o que representa pouco mais que 26% da área total irrigada neste país.

Com isso, os desafios enfrentados atualmente por uma melhor gestão da qualidade e quantidade de água, assim como, maior eficiência em seu uso tornam-se mais difíceis do que era há algumas décadas atrás, em função do aumento na demanda mundial por água na agricultura à medida que se aumenta a população, para conseguir responder as demandas provenientes de um mercado moderno crescente e cada vez mais exigente (Fraiture e Wichelns, 2010).

Quando se trata do uso dos recursos hídricos na exploração agropecuária, é inevitável a necessidade de utilização de sistemas de irrigação mais eficientes face à criação de legislações mais exigentes no uso da água (Gordon et al., 2008). Diante disso, há a necessidade de se propor a substituição dos métodos intensivos do uso da água tradicionalmente utilizados (por aspersão, superficial e subterrânea) pela irrigação localizada. Isto reduz a aplicação intensiva de água entre 30 e 70% à medida em que se aumenta a produtividade entre 20 e 90%, pois o sistema de tubulação perfurada direciona a água para as raízes, com baixa pressão e vazão, o que mantém a umidade e diminui as perdas de água por evaporação. Porém, este tipo de irrigação corresponde a somente 1% das áreas irrigadas no mundo (Venot et al., 2014).

Daneshnia et al. (2015) sugeriram que é necessário promover o uso eficiente da água pelas culturas através do fornecimento de um nível ótimo requerido pelas culturas, minimizando os efeitos adversos do estresse hídrico extremo sobre o rendimento de

matéria seca, em prol da sustentabilidade na produção de alimentos para animais nas áreas escassas em recursos hídricos.

Aliado a isto, quando o manejo da irrigação é realizado de maneira eficiente, menores quantidades de água podem ser utilizadas. Kooij et al. (2013) recomendaram irrigar na quantidade ótima requerida pelas culturas, com base em dados estimados pela evapotranspiração, dados meteorológicos, e quantidade de água disponível no solo, de maneira a complementar as precipitações, que permitirá a economizar a água aplicada sem perder a produtividade.

Em função da menor demanda de mão-de-obra e da maior praticidade, o método mais utilizado atualmente para o manejo da irrigação tem sido através da estimativa da evapotranspiração da cultura a partir da evapotranspiração de referência (Oliveira et al., 2008). Assim, a variação no uso da água sob irrigação é muito menor, uma vez que o uso da água é primordialmente controlado pela demanda evaporativa (Allen et al., 1998).

O método de Penman-Monteith padronizado pela FAO/56 é o método padrão e mais consistente para estimativa da evapotranspiração de referência, dentre os métodos combinados (Allen et al., 1998), pois utiliza o maior número de variáveis meteorológicas obtidas por estação automática, quando comparados aos outros métodos indiretos com utilização de dados de medições meteorológicas como: Thornthwaite, Hargreaves-Samani, Penman modificado (FAO/24).

Os dados de evapotranspiração da cultura também podem ser obtidos através dos evaporímetros, tais como o tanque Classe A, além dos métodos diretos com medições utilizando lisímetros (Oliveira et al., 2008).

Neste contexto, a exploração de plantas forrageiras sob irrigação, pode elevar a produtividade das propriedades, face desta técnica promover altas produções por unidade de área (Tessema et al., 2010; Silva Carvalho et al., 2018). O efeito da irrigação quando comparado aos sistemas de produção em sequeiro é significativo em termo de rendimentos, tanto no que se refere a quantidade, como ao valor nutritivo da forragem produzida (Mota et al., 2010; Lamb et al., 2018).

2.2. Capim-elefante irrigado

Altos rendimentos de matéria seca por área podem ser alcançados com o uso da irrigação no cultivo de plantas forrageiras, desde que sejam obedecidos alguns aspectos de manejo, tais como, alterações na morfologia, e no valor nutritivo que ocorrem ao longo do ciclo vegetativo da planta (Carvalho et al., 2018).

Araújo et al. (2010), avaliando as características fotossintéticas de três genótipos de *P. purpureum* na região norte do Rio de Janeiro, observaram condutância estomática de 0,60 e 0,15 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, transpiração de 0,013 e 0,004 $\mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e taxa fotossintética líquida de 25 e 3 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ para cultivos com e sem irrigação, respectivamente. Indicando que o estresse hídrico reduziu a perda de água pelas plantas e como consequência a difusão do CO_2 no mesófilo foliar foi restringida, limitando a atividade fotossintética, diminuindo a produtividade.

Santos et al. (2011), avaliando genótipos de Capim-elefante submetidos a diferentes períodos de restrição hídrica controlada na Zona da Mata Norte de Pernambuco, observaram que o tratamento com maior estresse hídrico apresentou menor evapotranspiração potencial (4.201 g de $\text{H}_2\text{O}/\text{vaso}$) e com isso reduziu consumo de água (623 g de $\text{H}_2\text{O}/\text{vaso}$), no entanto, a produção de matéria seca foi menor (7,04 g/vaso). O tratamento com irrigação apresentou 6212 e 591 g $\text{H}_2\text{O}/\text{vaso}$ de evapotranspiração potencial e consumo de água, respectivamente, e produziu 11,04 g/vaso de matéria seca.

O fechamento dos estômatos observado quando em situações de baixa umidade do solo não é uma simples consequência da perda de turgescência celular, mas um ajuste no metabolismo celular para favorecer a manutenção da turgescência e fotossíntese vegetal. Como por exemplo, através do acúmulo de solutos osmoticamente ativos, tais como a prolina e carboidratos solúveis totais (Souza et al., 2013). Este comportamento contribui para a osmorregulação celular (Silva et al., 2004), proteção de enzimas dos sistemas antioxidativos e eliminação de radicais de oxigênio (Marschner, 2012), produzidos em função do estresse hídrico (Osakabe et al., 2014).

Nagasuga. e Kubota (2005) mediram o potencial de água nas folhas de Capim-elefante Napier e observaram que o potencial de água na folha de plantas sob estresse hídrico ($1,31 \times 10^{-2} \text{ MPa s mmol}^{-1}$) foi menor do que em plantas em condições de suprimento adequado de água ($6,90 \times 10^{-2} \text{ MPa s mmol}^{-1}$). Estes resultados mostram que esta medição pode servir como parâmetro indicador do estado hídrico da planta.

Além disso, é importante destacar que durante o dia em que há maior transpiração, a recuperação do potencial da água nas plantas com déficit hídrico é mais lenta, enquanto que, a recuperação do potencial da água é mais rápida nas plantas em que há disponibilidade hídrica adequada (Bergonci et al., 2000). A dificuldade de recuperação de água na planta submetida a estresse hídrico se dá em função da dificuldade do contato do solo com a raiz por causa da sua elevada resistência e baixa condutividade hidráulica, o que dificulta o fluxo de água do solo para as raízes (Faiz e Weatherly, 1978)

Sob estresse hídrico severo foram obtidas limitações nas taxas de alongamento de folhas de Capim-elefante de 1,2 e 9,2 cm/dia/perfilho, número total de folhas por perfilho de 1,9 e 5,5 e número de perfilhos por m² de 117 e 211, quando comparadas às plantas cultivadas com suprimento de água adequado, respectivamente (Paciullo et al., 2003). Além de influenciar na produção de forragem, também pode interferir no valor nutritivo, por causa das modificações ocorridas nos processos fotossintéticos (Araújo et al., 2010). Isso ocorre porque muitos processos fisiológicos nas plantas são regulados principalmente pela pressão de turgescência das células (Taiz e Zeiger, 2009).

Barreto et al. (2001a), avaliando três cultivares de *Pennisetum purpureum* Schum. (Cameroon, Roxo de Botucatu e Mott) e um híbrido de *P. purpureum* com o *P. glaucum* (L.) R. Br. (híbrido HV-241), cultivados com e sem estresse hídrico, na Zona da Mata Norte de Pernambuco, relataram que os materiais submetidos a estresse hídrico, sobretudo os cultivares de Capim-elefante, em virtude de sua menor resistência ao estresse hídrico, apresentaram elevado grau de dessecação, comprovado pelo maior teor de matéria seca.

Barreto et al. (2001b), realizando avaliações morfológicas com os mesmos genótipos mencionados anteriormente, observaram que a percentagem de redução na altura das plantas, devido ao estresse foi de 42,7% (Cameroon), 35,05% (Roxo de Botucatu), 28,54% (híbrido HV-241) e 27,43% (Mott). Foram mensurados o comprimento da lâmina foliar de 69,9 cm em plantas irrigadas, e de 50,0 cm nas submetidas a estresse, enquanto que a largura da lâmina foliar das plantas sob estresse correspondeu a menos da metade das plantas irrigadas. Este resultado pode ser atribuído ao menor alongamento celular explicado pela ausência de água para a ativação do metabolismo vegetal e carreamento de nutrientes.

Vitor et al. (2009) relataram que a irrigação tem sido apontada como uma das estratégias reguladoras da produção e como técnica de manejo para reduzir o efeito da estacionalidade de produção da forragem, desde que não haja limitações climáticas como frequência constantes de veranicos.

Mistura et al. (2006) avaliaram uma pastagem de *P. purpureum* Schum. cv. Napier em Viçosa-MG, e não verificaram diferença significativa entre a disponibilidade de MS total na área irrigada (18,61 t.ha⁻¹) e não irrigada (18,39 t.ha⁻¹) no período do inverno, o que pode ser atribuído ao fotoperíodo mais curto e às baixas temperaturas noturnas que foram preponderantes para o baixo desenvolvimento do Capim-elefante, mesmo sob irrigação.

Ribeiro et al. (2009) observaram a influência da irrigação, nas épocas seca e chuvosa, na produção de pastagem de *P. purpureum* Schum. cv. Napier no Norte Fluminense, e destacaram maior disponibilidade de matéria seca total quando se utilizou irrigação (6.556 kg/ha de MS) nas duas épocas do ano, devido às temperaturas mínimas que foram superiores a 15,5°C, permitindo satisfatório desenvolvimento das forrageiras avaliadas, enquanto que no tratamento não irrigado foi obtida produção de 5.332 kg/ha de MS.

Mota et al. (2011) trabalharam com lâminas de irrigação associadas à doses de nitrogênio em *P. purpureum* cv. Pioneiro, no Norte de Minas Gerais, inserida na área do semiárido brasileiro, no período de outubro de 2007 a março de 2008. Foi observada elevação na produção de matéria seca de 2.539 para 6.445 kg MS/corte, evidenciando a diminuição do efeito da estacionalidade da produção de forragem nesta região.

Silva Carvalho et al. (2018), avaliando o *P. purpureum* cv. Roxo sob diferentes lâminas de irrigação nas épocas seca e chuvosa na região de Cárceres-MT, observaram um aumento na produção de matéria seca com o aumento da lâmina de irrigação no período seco do ano, quando a temperatura média mínima foi de (20,4°C), bem acima do nível de temperatura basal (13,9°C) tolerada pelo Capim-elefante. Enquanto que, no período em que a temperatura e radiação solar foram limitantes, a produção de MS apresentou comportamento quadrático positivo.

2.3. Efeito da irrigação sobre o valor nutritivo de *Pennisetum purpureum*

Ao longo do período de desenvolvimento das plantas, as características agrônômicas são as que sofrem alterações mais facilmente visualizadas, e que possui estreita relação com as características nutritivas da forrageira (Rodrigues et al., 2014).

Em relação a proporção de lâminas foliares, Ribeiro et al. (2009) observaram em pastagem de Capim-Napier que na área a irrigada (34%) não diferiu daquela não-irrigada (31.5%), o que indica maior contribuição de folhas na massa de forragem total, e é um bom parâmetro para a avaliação da qualidade da forragem produzida, já que é a fração da planta que é preferencialmente selecionada pelos animais pelo melhor valor nutritivo.

Barreto et al. (2001), avaliando o valor nutritivo clones de *Pennisetum* submetidos à estresse hídrico, observaram teores de matéria seca de 750 g/kg de matéria natural para os cultivares de Capim-elefante (Cameroon, Roxo de Botucatu e Mott) e para o híbrido interespecífico de Capim-elefante com milheto HV-241 (580 g/kg de MN), enquanto que sem estresse hídrico os valores de MS foram em média de 160 g/kg e 130 g/kg de MN, respectivamente, para os cultivares de Capim-elefante e para o híbrido. Além disso, as plantas submetidas a estresse hídrico apresentaram teores de PB (175,8 g/kg MS) significativamente superiores aos das irrigadas (144,5 g/kg MS).

Lopes et al. (2005) avaliaram a composição química de pasto de Capim-elefante Napier sob irrigação e sequeiro e observaram que a irrigação provocou queda significativa nos teores de PB (198 g/kg MS) das lâminas foliares com as maiores doses de nitrogênio e potássio aplicadas, quando comparado ao sequeiro (225 g/kg MS). Provavelmente devido ao rápido desenvolvimento fisiológico das folhas, o que determinou significativos aumentos nos teores de FDN (700 g/kg MS no tratamento irrigado e 663 g/kg no tratamento em sequeiro).

Mistura et al. (2006), em uma pesquisa com pastagem Capim-elefante cv. Napier com presença e ausência de irrigação, sob lotação rotativa com três dias de ocupação e período de descanso até atingir altura média de 1,70m, observaram que os teores de FDN e FDA (739,3 e 352,5 g/kg MS) aumentaram nas lâminas foliares no tratamento irrigado, quando comparado à área não irrigada (70,45 e 30,75 g/kg MS). Explicado através da influência da irrigação nas taxas de crescimento e desenvolvimento do Capim-elefante, que resulta em maior produção e tamanho de lâminas foliares, e

consequentemente necessitam de maiores proporções de frações fibrosas devido a maior participação de nervura central.

Ribeiro et al. (2008) encontraram para um pasto de *Pennisetum purpureum* cv. Napier os valores de 560 e 530 g/kg MS de digestibilidade da matéria seca, 610 e 560 g/kg MS para a digestibilidade da proteína bruta e 580 e 530 g/kg MS de digestibilidade da fibra em detergente neutro, respectivamente, em áreas não irrigadas e irrigadas, na época seca do ano no município de Campos dos Goytacazes, manejado com carga animal variável, mantendo-se oferta diária de forragem de 4 kg de MS foliar disponível por 100 kg de peso vivo em todos os tratamentos.

Dias Filho et al. (1989) enfatizam que o plantas sob estresse hídrico possuem desenvolvimento ontogênico menos acelerado e, portanto, são fisiologicamente mais novas e digestíveis que aquelas submetidas à condição adequada de umidade do solo.

Mota et al. (2010) e Mota et al. (2011) avaliaram quatro doses de nitrogênio associadas a seis lâminas de irrigação, sobre a composição química de Capim-elefante cv. Pioneiro quando atingiam altura de 1,50 m, nos períodos seco e chuvoso do ano na região Norte de Minas Gerais. Houve comportamento linear negativo entre o teor de proteína bruta da forragem produzida e as lâminas d'água em cada dose de nitrogênio (120 %ET0 = 100g/kg MS e 0 %ET0 = 140 g/kg MS).

Quanto ao FDN, os mesmos autores observaram que houve efeito isolado das lâminas de água com efeito quadrático, cujo maior valor (69,38 g/kg MS) foi observado quando se aplicou uma lâmina correspondente a 72,88% da evapotranspiração de referência, e quando foram aplicadas lâminas d'água superiores a esta mencionada os teores de FDN diminuíram. O efeito mencionado, pode ser atribuído ao fato de que pode ter ocorrido lixiviação dos nutrientes que seriam aproveitados pela planta, com consequente retardamento da maturação e redução dos teores de fibra.

2.4. Porte de *Pennisetum* versus valor nutritivo

Em função do elevado acúmulo de colmo na massa de forragem, o valor nutritivo da forragem produzida pelos genótipos de porte alto é considerado mediana, pois o caule em alongamento constitui uma fonte de dreno de assimilados e nutrientes para o acúmulo de tecidos de sustentação, o que resulta na diminuição do valor nutritivo da forragem produzida pelos cultivares de porte alto (Silva et al., 2009). Os genótipos de

Capim-elefante porte baixo, pelo maior tempo gasto para a elevação do meristema apical, apresentam elevada relação folha:colmo (1,8), resultando em elevado valor nutritivo da forragem (Silva et al., 2009), podendo ser consumida em menor quantidade e ainda assim atender as exigências nutricionais dos animais pelo superior valor nutritivo da forragem produzida (Almeida et al., 2000).

Silva et al. (2008a) avaliaram genótipos de *Pennisetum* sp., e observaram que a relação folha/colmo apresentou, respectivamente, correlação fenotípica e genotípica negativa com a altura da planta ($r = -0,8780$; $r = -1,000$) e positiva com o número de perfilhos ($r = 0,5120$; $r = 1,000$), indicando que quanto mais a planta perfilhar, menor o porte da planta e maior a relação folha/caule, sugerindo produção de uma forragem com superior valor nutritivo.

Bhering et al. (2008) trabalharam com Capim-elefante roxo submetidos a diferentes idades de corte na época seca e chuvosa do ano na região Centro-Sul do Mato Grosso. Foi observado que à medida que aumenta a produção de matéria seca e altura das plantas com o aumento da idade de corte, ocorre diminuição da porcentagem de folhas, em função do maior alongamento e diâmetro do colmo, e com isso a diminuição do valor nutritivo da forragem produzida, já que é na folha que estão os maiores valores de proteína bruta e digestibilidade, quando comparados ao colmo.

Freitas et al. (2004), avaliando os genótipos: CE-08 - A.D, Venezuela AD, Elefante de Pinda, Mole de Volta Grande, IAC, Australiano, Três Rios, Cuba - 169, Roxo de Botucatu, Mineirão/IPEAGO, Vruckwona, Cameroon, IJ - 7139, BAG - 50, Hexaplóide e Pioneiro, sob pastejo, quanto às características nutritivas, observaram que os genótipos CE-08 - A.D e Venezuela AD se destacaram quanto a taxa de acúmulo total de lâminas foliares e composição química da forragem produzida.

O genótipo CNPGL 91-25-01 (híbrido intraespecífico), avaliado por Lima et al. (2007), apresentou menor altura de planta e maior relação folha/colmo, característica desejável de uma planta forrageira e que indica melhor valor nutritivo da forragem produzida. Já que esta variável constitui um parâmetro confiável para predizer o valor nutritivo de uma forrageira, em função da proporção de caules e folhas presente.

Tessema et al. (2010) avaliaram o valor nutritivo de Capim-elefante cv. Napier sob diferentes intensidades e frequências de desfolha, e observaram diminuição na digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e do teor de proteína bruta do Capim-

elefante, com o aumento do rendimento de matéria seca quando aumentou o intervalo de desfolha 60, 90 e 120 dias, respectivamente. Os teores de MS (904, 915, 928 g/kg MN), fibra em detergente ácido (FDA) (360, 398, 400 g/kg MS) e lignina em detergente ácido (LDA) (54, 55, 60 g/kg MS) aumentaram, explicado principalmente pelo declínio da relação folha/colmo, sendo a forragem produzida por esta cultivar classificada de médio a alto valor nutritivo aos 60 dias de idade.

Tekletsadik et al. (2004) avaliaram no período seco e chuvoso o teor de proteína bruta e fibra em detergente neutro das folhas (11,5 e 13,9; 60,7 e 57,2 g/kg MS), colmo (11,4 e 11,0; 64,5 e 61,0 g/kg MS) e planta inteira (11,6 e 13,1; 61,9 e 55,8 g/kg MS) de *P. purpureum* cv. Mott, e observaram alto valor nutritivo das frações avaliadas, em função do menor alongamento do colmo, e proporção na massa de forragem total dos cultivares de porte baixo.

Budiman et al. (2012), avaliando o valor nutritivo de três cultivares de *P. purpureum*, destacaram que as variáveis avaliadas não diferiram entre os cultivares Taiwan e King, ambos de porte alto, que diferiram do cultivar Mott de porte baixo. Indicando que o cultivar Mott produz uma forragem com valor nutritivo significativamente superior.

O valor nutritivo de lâminas foliares e colmos em três genótipos de *P. purpureum* de porte alto (IRI-381, Venezuela e Elefante B) e dois híbridos de *P. purpureum* com *P. glaucum* (HV-241 e Hexaplóide), foram avaliadas por Silva et al. (2011). Foi observado que não houve diferença significativa entre as médias obtidas para os genótipos, no entanto, entre as frações avaliadas observou-se que as lâminas foliares possuem valor nutritivo superior quando comparadas aos colmos.

A avaliação do tipo e grau de alterações nos aspectos fisiológicos e morfológicos que acontecem nas plantas, contribuem para a escolha dos genótipos, bem como práticas de manejo adequadas para a permanência do sistema produtivo, e para a obtenção de alta quantidade de forragem com alto valor nutritivo.

3. Técnica da produção de gás *in vitro* na avaliação do valor nutritivo de gramíneas

A produção de gás *in vitro* por ser medida em intervalos de tempo frequentes, permite analisar o modo de como ocorre o ataque microbiano na degradação do alimento, sendo possível estudar a cinética de degradação das frações de carboidratos

que constituem o alimento, além disso, é uma importante técnica, pois a extensão de produção de gases e a composição química das forrageiras apresentam alta correlação entre si (Getachew et al., 2004).

Quando um alimento é incubado com líquido ruminal tamponado *in vitro*, os carboidratos são fermentados a ácidos graxos de cadeia curta (acetato, propionato e butirato) e gases (principalmente CO₂ e CH₄) pelos microrganismos presentes neste inóculo (Getachew et al., 1998). Com isso, uma dieta com maior teor de carboidratos rapidamente fermentáveis produzem uma quantidade de propionato relativamente mais elevada e dietas com maiores teores de carboidratos lentamente fermentáveis tende a produzir maiores quantidades de acetato. Devido à produção de CH₄ na fermentação de dietas com maiores proporções de componentes fibrosos, há um aumento na produção de gás total, em comparação com um alimento cuja fermentação propicia uma proporção maior de propionato (Chung et al., 2016).

Singh et al. (2012), avaliando a produção de gás *in vitro* total e de metano após 48 h de incubação de *P. purpureum* – Capim-napier (160 e 38,5 ml de gás/g MS), *P. maximum* – Capim-guiné (153 e 24,6 ml de gás/g MS), coletadas no estágio de pré-florescimento e *Saccharum officinarum* (149 e 24,2 ml de gás/g MS) coletado após colheita do canavial, observaram maior produção de gás *in vitro* total e de metano no Capim-napier. Também observou-se que FDA (0.591), celulose (0.673) e fração C (0.482) dos carboidratos possuem correlação positiva e significativa com a produção de CH₄.

Lopes et al. (2016) avaliaram a produção de gás total de silagens de sorgo em consórcio com a *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés, sorgo em consórcio com o *P. maximum* cv. Tanzânia, sorgo semeado exclusivamente, milho em consórcio com a *B. brizantha* cv. Xaraés, milho em consórcio com o *P. maximum* cv. Tanzânia, e milho semeado exclusivamente. Foi observado que as maiores produções de gás foram obtidas para a silagem de sorgo e milho em consórcio com a *B. brizantha*. e milho semeado exclusivamente, explicado pelos maiores teores de FDN e lignina nestes tratamentos.

Elghandour et al. (2013) avaliaram a fermentação ruminal de quatro alimentos fibrosos e observaram produção total de gás *in vitro* para folhas de *S. officinarum* (300,8 ml de gás/g MS), *Andropogon gayanus* (432,8 ml de gás/g MS), *P. purpureum* (439,6 ml de gás/g MS), e palhada de *Sorghum vulgare* (719,9 ml de gás/g MS). *S. officinarum*

apresentou menor produção de gás dentre as espécies avaliadas, em função do alto conteúdo de açúcares solúveis, enquanto que o *S. vulgare*, aumentou sua produção de gás em 59% em relação à cana-de-açúcar, devido à composição fibrosa deste componente.

Zailan et al. (2016), avaliando os genótipos de porte alto (Common, Red e Silver) e o Mott de porte baixo com 12 semanas de idade, observaram que a produção de gás total dos genótipos de porte alto após 96h de incubação foi de 65 ml de gás/200 mg MS em comparação com o Mott que produziu em média 57 ml de gás/200 mg MS.

Segundo Getachew et al. (2005), quanto maior o teor de fibra no alimento, maior porcentagem de metano é liberado, o que representa um acréscimo de 33 mL/g MS por cada ponto percentual no aumento do teor de FDN, pois fermentação de componentes fibrosos favorecem a produção de acetato, e conseqüentemente produção de íons H⁺ e CO₂ para a produção de CH₄. Quanto aos carboidratos não fibrosos, Singh et al. (2012) afirmam que tem efeito para diminuir a produção de gás, pois há uma diminuição no pH ruminal e favorecimento da produção de propionato.

Cabral et al. (2000) avaliaram as frações de carboidratos e suas taxas de degradação estimadas pela técnica de produção de gases em Capim-elefante cv. Cameroun, Capim tifton-85, silagens de milho e de sorgo, os fenos de alfafa e de Capim-coastcross e a cana-de-açúcar. Os autores observaram que em gramíneas tropicais, principalmente em estágio de maturidade avançado como aconteceu com o Capim-elefante (com 42 e 63 dias), a fração dos carboidratos fibrosos contribuiu com a maior proporção dos gases produzidos ao longo da incubação.

A quantidade de carboidratos não fibrosos e taxa de fermentação reflete diretamente no lag time, ou tempo em que os microrganismos celulolíticos levam para colonizar a parede celular após a incubação do material vegetal, tendo sido observado por Campos et al. (2002) aumento do lag time com o aumento da maturidade de Capim-elefante cv. Napier e com isso diminuição das taxas de degradação dos carboidratos fibrosos, sobretudo na fração colmo.

Akin (1988) demonstrou que a lignina e compostos fenólicos em geral inibem a aderência e a digestão da fibra por culturas puras ou mistas de microrganismos ruminais. Deschamps (2001) afirma que a maturação fisiológica do vegetal promove a

formação de complexos de elevado peso molecular, os quais envolvem a hemicelulose e a celulose, e impedem a atuação de enzimas na degradação dos carboidratos.

A quantificação dos nutrientes através das análises químico-bromatológica não diz nada a respeito do quanto que os nutrientes podem ser aproveitados efetivamente pelo animal, sendo de grande importância a análise de algum parâmetro que possa mostrar a taxa de disponibilização dos nutrientes, tais como digestibilidade e cinética ruminal de degradação, para prever o valor nutritivo real das forrageiras utilizadas na alimentação animal.

4. Aspectos anatômicos versus valor nutritivo de gramíneas

Dentre as características que tem maior influência no valor nutritivo da planta, evidencia-se a quantidade de tecidos e a espessura da parede celular (Carvalho e Pires, 2008). E de todos os compostos químicos ligados à parede celular, a lignina é o que limita a digestão dos carboidratos da parede celular pelos microrganismos ruminais (Jung e Allen, 1995).

Com isso, a avaliação do tipo e grau de alterações nos aspectos fisiológicos, anatômicos e morfológicos que acontecem nas plantas, contribui para a escolha de forrageiras, bem como práticas de manejo adequadas para a permanência do sistema produtivo, e para a obtenção de forragem em quantidade e valor nutritivo superior (Gobbi et al., 2011). Atualmente, a maior parte dos resultados encontrados na literatura são voltados, principalmente, para a composição da parede celular, não considerando a distribuição dos tecidos na planta.

Espécies com metabolismo C4 apresentam um tecido parenquimático, com os feixes vasculares dispersos, circundado por um anel esclerenquimático e recoberto pela epiderme mais externamente (caracterizando a estrutura gird). Nos primeiros estágios de crescimento, apenas o xilema é lignificado, mas com o desenvolvimento, crescimento e consequente maturação da planta ocorrem a lignificação no restante dos tecidos (Ferreira et al., 2010), enquanto que nas espécies C3 não há a presença de tecidos esclerenquimáticos em torno da bainha vascular.

Esta organização celular com a presença de tecidos esclerenquimáticos (tecidos de baixa degradabilidade) que limita o acesso dos microrganismos ruminais a porção potencialmente digestível (mesófilo, floema e bainha vascular), justifica as taxas de

digestão da parede celular que não são explicados pela composição química (Wilson e Mertens, 1995 e Jung e Allen, 1995).

Com isso, Akin et al. (1973) e Ferreira et al. (2010) verificaram a perspectiva de associação da quantidade de tecidos esclerenquimáticos e vasculares ao valor nutritivo nutricional de uma espécie forrageira, concluindo que a presença e a quantidade de certos tecidos e tipos de compostos produzidos para a sua formação possuem estreita relação com a digestibilidade de uma planta forrageira, indicando taxas de degradação ruminal diferenciadas entre os diversos tecidos e diferentes grupos de plantas.

Em geral, leguminosas possuem maiores teores de lignina em comparação com as gramíneas, porém, apesar do maior teor de lignina, apresentam maior digestibilidade, pois nas leguminosas este composto é concentrado em sua maior parte em apenas um tecido que é o xilema, enquanto que nas gramíneas a lignina é encontrada em vários tipos de tecidos (bainha vascular, tecidos esclerenquimáticos e parênquima lignificado) (Van Soest, 1964).

As mudanças na anatomia, fisiologia e bioquímica da planta também são afetadas pelas condições ambientais e práticas de manejo, como por exemplo, regime hídrico e adubação (Valente et al., 2016), estádios de desenvolvimento (Bauer et al., 2008), e, pelo nível de inserção da folha no perfilho (Queiroz et al., 2000).

Em relação aos diferentes tipos de tecidos em folhas de Capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa* Nees Stapf), Capim-setária (*Setaria anceps* Stapf ex Massey cv. kazungula) e Capim-elefante (*P. purpureum* Schum. cv. Mott), Queiroz et al. (2000) afirmaram que o esclerênquima foi a característica anatômica que melhor se correlacionou com a DIVMS ($r = -0,66$). Quando aumenta a proporção de esclerênquima na folha diminui a DIVMS, além disso, juntamente com o tecido vascular lignificado proporcionaram correlações altamente significativas e positivas com os teores de FDN, FDA e lignina e negativas com os teores de proteína bruta. Enquanto que o mesófilo se correlacionou negativamente com os teores de FDN, FDA e lignina e, positivamente com os teores de proteína bruta e digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

Bauer et al. (2008) também observaram em Capim-gordura (*Melinis minutiflora* Pal. De Beauv), Capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa* (Nees) Staph.), Capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Staph.) e Capim-sapé (*Imperata brasiliensis* Trin.) que todos os componentes da parede celular apresentaram correlação negativa significativa com a

digestibilidade, mas, de todos os componentes a lignina (-0,89) foi o que apresentou maior coeficiente de correlação.

Wilson (1994) relatou que o esclerênquima tem grande influência no valor nutritivo de uma forrageira mesmo quando presente em pequenas proporções, em função da espessura da parede celular e da quantidade de lignina presente, este tecido está associado às frações de difícil digestão, dentre elas a fibra contida na forrageira, sendo um importante indicador de digestibilidade das forrageiras. Akin (1989) relatou que as características estruturais que limitam a degradação de forragem são principalmente a presença de tecidos altamente lignificados, como esclerênquima e xilema.

Bezerra et al. (2011) detalharam as estruturas histológicas do colmo de *P. glaucum* cv. IPA BULK 1 BF (milheto) em diferentes idades de desenvolvimento sob irrigação na região Semiárida de Pernambuco, e observaram que aos 40 e 60 dias há uma coloração rósea na região dos feixes vasculares e uma coloração vinho muito densa aos 80 dias, indicando alta concentração de lignina e, conseqüentemente baixa digestibilidade deste tecido. Em todas as idades de corte a coloração do floema apresentou-se azul, indicando que é uma região com baixa deposição de lignina e por este motivo possui alta digestibilidade. Quanto à epiderme, apresentou compostos fenólicos a partir dos 60 dias de idade, entretanto, de forma delgada, explicada em função da inexistência de estresse hídrico por causa do uso da irrigação, a via metabólica de produção da lignina foi inibida neste tecido.

Em relação às características anatômicas de genótipos de *P. purpureum* Schum. cultivados em São Bento do Una, na época seca do ano, Ferreira et al. (2013) observaram que houve diferença entre os genótipos avaliados, e os valores médios para as células lignificadas na região do córtex variou de 2,21 à 4,21% para o Taiwan-146-2,6 e Roxo de Botucatu X CAC-282-18,29. O clone II-Itambé 2,46 apresentou o maior valor absoluto da percentagem de floema na região cortical (2,32%), e um valor elevado, com diferenças significativas, na região medular (1,59%) em comparação com os outros clones.

Peixoto (2018), avaliando a anatomia de genótipos de *P. purpureum* colhidos aos 60 dias de idade na época seca e chuvosa do ano, em área da Mata Setentrional de Pernambuco, observou que os feixes vasculares nas folhas dos genótipos de porte baixo

(Mott e Taiwan A 146-2.37) possuem menor tamanho, quando comparado aos de porte alto (Elefante B e IRI 381). Além disso, o genótipo Mott apresentou menor valor para área ocupada por células lignificadas no mesófilo ($5.764,0 \mu\text{m}^2$), quando comparado aos demais genótipos, enquanto que o cultivar Taiwan A 1.46 – 2.37, também de porte baixo, apresentou o maior valor ($11.532,4 \mu\text{m}^2$). O genótipo de porte alto IRI – 381 e o de porte baixo Taiwan A – 146 2.37 apresentam a maior concentração de feixes vasculares próximos à epiderme. Contudo, no Taiwan A – 146 2.37 e Mott foram observados maior distância entre a epiderme e os feixes vasculares, ou seja, maior região parenquimática, fator que aumenta a digestibilidade *in vitro* nestes genótipos.

Em relação ao potencial de digestão, Wilson (1994) observaram proporções de aproximadamente 30%, 55% e 10%, respectivamente, de tecidos de rápida, lenta digestão e indigestíveis, em gramíneas de clima tropical. O que evidentemente mostra a importância do conhecimento anatômico sobre o entendimento do aproveitamento das forrageiras pelos ruminantes (Queiroz et al., 2000).

Tsuzukibashi et al. (2016) avaliaram a anatomia de diferentes gramíneas com idades de 21, 35 e 49 dias, respectivamente, e observaram as seguintes proporções para tecido vascular lignificado + esclerênquima no Capim-marandu (8,79; 9,81; 8,60%), Piatã (6,97; 8,61; 9,78%) e Xaraés (10,25; 10,51; 11,06%). Com os resultados obtidos, verificou-se que as espécies com idade de 49 dias apresentaram significativamente maiores proporções de esclerênquima + tecido vascular lignificado, além disso, o cv. Piatã apresentou maior valor nutritivo, porque apresentou menores áreas de tecidos de menor digestibilidade.

Dentro das gramíneas tropicais existem diferenças anatômicas atribuídas aos tipos bioquímicos de descarboxilação dos ácidos C4, os tipos que possuem duas camadas de bainhas em torno dos feixes vasculares, com células de parede espessas e bastante lignificadas são NAD enzima málica e PEP carboxilase, enquanto que o tipo NADP enzima málica apresenta apenas uma camada de bainha em volta dos feixes vasculares com células relativamente pequenas, contribuindo para as diferenças na digestibilidade da MS em função da modificação das proporções entre os tecidos de rápida e lenta digestão (Wilson e Hattlersley, 1989).

Segundo Wilson (1994), além da concentração de parede celular maior nas gramíneas tropicais, as células da epiderme são muito densas e por este motivo

altamente resistente à ruptura, enquanto que essas mesmas células, nas gramíneas temperadas normalmente têm suas paredes compostas por menos pontos de adesão e, portanto, células mais separadas que se rompem mais facilmente, contribuindo para a maior digestibilidade.

5. REFERÊNCIAS

AKIN, D. E. Biological structure of lignocellulose and its degradation in the rumen. **Animal Feed Science and Technology**, v.21, p.295-310, 1988.

AKIN, D. E. Histological and physical factors affecting digestibility of forages. **Agronomie**, v. 81, p.17-25, 1989.

AKIN, D.E. Rumen microbial degradation of grass tissue revealed by scanning electron microscopy. **Agronomy Journal**, v.65, n.5, p.825-828, 1973.

ALENCAR, C. A. B.; OLIVEIRA, R. A.; CÓSER, A. C. et al. Produção de capins cultivados sob pastejo em diferentes lâminas de irrigação e estações anuais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.6, p.680-686, 2009.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D. et al. 1998. **Crop Evapotranspiration -** FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56, United Nations Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.

ALMEIDA, E. X.; MARASCHIN G. E.; HARTHMANN O. E. L. et al. Forage on offer of 'Mott' dwarf elephant grass and animal response. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1288-1295, 2000.

ARAÚJO, S. A. C.; VASQUEZ, H. M.; CAMPOSTRINI, E. et al. Características fotossintéticas de genótipos de capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum* Schum.), em estresse hídrico. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.32, n.1, p.1-7, 2010.

BARRETO, G. P.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F. et al. Avaliação de clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) e de híbrido com o milheto (*Pennisetum glaucum* (L.)R.Br.) submetidos a estresse hídrico. 2. Valor nutritivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p. 7-11, 2001a.

BARRETO, G. P.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F. 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, n.1, p.1-6, 2001b.

BAUER, M. O.; GOMIDE, J. A.; SILVA, E. A. M. et al. Características anatômicas e valor nutritivo de quatro gramíneas predominantes em pastagem natural de Viçosa, MG. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.9-17, 2008.

BERGONCI, J. L.; BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M. A. et al. Potencial da água na folha como um indicador de déficit hídrico em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.8, p.1531-1540, 2000.

BEZERRA, J. D. C.; SANTOS, I. A. S.; ALMEIDA, G. A. P. et al. Morfoanatomia do colmo de milheto (IPA BULK 1 BF) sob condições de irrigação no Agreste pernambucano. **Revista Científica de Produção Animal**, v.13, n.1, p.38-42, 2011.

BHERING, M.; CABRAL, L. S.; ABREU, J. G. et al. Características agronômicas do capim-elefante roxo em diferentes idades de corte na Depressão Cuiabana. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.3, p.384-396, 2008.

BRUNKEN, J. N. A systematic study of *Pennisetum* Sect. *Pennisetum* (Gramineae). **American Journal of Botany**, v.64, p.161-176, 1977.

BUDIMAN; SOETRISNO, R. D.; BUDHI, S. P. S. et al. Morphological characteristics, productivity and quality of three Napier grass (*Pennisetum purpureum* Schum) cultivars harvested at different age. **Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture**, v.37, n.2, p.294-301, 2012.

CABRAL, L. S.; VALADARES FILHO, S. C.; MALAFAIA, P. A. M. et al. Frações de carboidratos de alimentos volumosos e suas taxas de degradação estimadas pela técnica de produção de gases. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2087-2098, 2000.

CAMPOS, F. P.; LANNA, D. P. D.; BOSE, M. L. V. et al. Degradabilidade do capim-elefante em diferentes estágios de maturidade avaliada pelo método *in vitro*/gás. **Scientia Agricola**, v.59, n.2, p.217-225, 2002.

CARVALHO, G. G. P. e PIRES, A. J. V. Organização dos tecidos de plantas forrageiras e suas implicações para os ruminantes. **Archivos de Zootecnia**, v.57, p.13-28, 2008.

CARVALHO, L. A. *Pennisetum purpureum*, Schumacher. Revisão. Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1985. 86p. (EMBRAPA-CNPGL. Boletim de pesquisa, 10).

CHUNG, N. C.; TZU, T. L.; BI, Y. Improving the prediction of methane production determined by *in vitro* gas production technique for ruminants. **Annals of Animal Science**, v.16, n.2, p.565-584, 2016.

CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; DERESZ, F. et al. Produção de forragem e valor nutritivo do capim-elefante irrigado durante a época seca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.11, p. 1625-1631, 2008.

CUNHA, M. V.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F. et al. Association between the morphological and productive characteristics in the selection of elephant grass clones. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.3, p.482-488, 2011.

CUNHA, M. V.; SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A. et al. Características estruturais e morfológicas de genótipos de *Pennisetum* sp. sob pastejo no período de seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.540-549, 2007a.

CUNHA, M. V.; SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A. et al. O. Genótipos de capim-elefante sob pastejo no período de seca na Zona da Mata de Pernambuco: fatores relacionados à eficiência de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.291-300, 2007b.

DANESHNIA, F.; AMINI, A.; CHAICHI, M. R. Surfactant effect on forage yield and water use efficiency for berseem clover and basil in intercropping and limited irrigation treatments. **Agricultural Water Management**, v.160, p.57-63, 2015.

DESCHAMPS, F. C. Qualidade da forragem e participação relativa na produção de matéria seca de diferentes frações de cultivares de capimelefante (*Pennisetum purpureum* Schumach.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1418-1423, 2001.

DIAS FILHO, M. B.; CORSI, M.; CUSATO, S. Respostas morfológicas de *Panicum maximum* Jacq. cv. Tobiatã ao estresse hídrico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.24, p.893-898, 1989.

ELGHANDOUR, M. M. Y.; SALEM, A. Z. M.; GONZALEZ-RONQUILLO, M. et al. Effects of exogenous enzymes on *in vitro* gas production kinetics and ruminal fermentation of four fibrous feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.179, p.46-53, 2013.

FAIZ, S. M. A. e WEATHERLEY, P. E. Further investigations into the location and magnitude of the hydraulic resistances in the soil: plant system. **New Phytologist**, v.81, p.19-28, 1978.

FERREIRA, G. D. G.; BARRIÉRE, Y.; EMILE, J. C. et al. Caracterização morfo-anatômica do colmo de genótipos de milho. **Archivos de Zootecnia**, v.60, n.230, p.237-246, 2011.

FERREIRA, G. D. G.; CUNHA, M. V.; SILVA, D. K. A. et al. Histologia do colmo de clones de capim-elefante na região do agreste de Pernambuco. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.1, p.36-47, 2010.

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

Food and Agriculture Organization of the United Nations - Statistics Division - FAOSTAT, 2006. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/search/irrigation/E>>. Acesso em 01 de Setembro de 2018.

FRAITURE, C. e WICHELNS, D. Satisfying future water demands for agriculture. **Agriculture Water Management**, v.97, p.502-511, 2010.

FREITAS, E. V.; LIRA, M. A.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B. et al. Características produtivas e qualitativas de clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) avaliados sob pastejo na zona da mata de Pernambuco. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.26, n.2, p.251-257, 2004.

FREITAS, E. V.; LIRA, M. A.; SILVA, M. C. et al. Capim-elefante: origem, taxonomia e caracterização. In: LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F. dos; DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; MELLO, A. C. L. de. **Capim elefante: fundamentos e perspectivas**. Recife: IPA/UFRPE, 2010. Capítulo 1, p. 15-28.

GETACHEW, G.; BLÜMMEL, M.; MAKKAR, H. P. S. 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.

GETACHEW, G.; DePETERS, E. J.; ROBINSON, P. H. et al. Use of an in vitro rumen gas production technique to evaluate microbial fermentation of ruminant feeds and its impact on fermentation products. **Animal Feed Science and Technology**, v.123, n.1, p.547-559, 2005.

GETACHEW, G.; DEPETERS, E. J.; ROBINSON, P. H. *In vitro* gas production provides effective method for assessing ruminant feeds. **California Agriculture**, v.58, p.54-58, 2004.

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

GORDON, L. J.; PETERSON, G. D.; BENNET, E. M. Agricultural modifications of hidrological flows create ecological surprises. **Trends in Ecology and Evolution**, v.23, n.4, p.211-219, 2008.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2018. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=73093>>. Acesso em: 05 de Setembro de 2018.

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

KOOIJ, S. V. D.; ZWARTEVEEN, M.; BOESVELD, H. et al. The efficiency of drip irrigation unpacked. **Agricultural Water Management**, v.123, p. 103-110, 2013.

LAMB, M. C.; ANDERSON, W. F.; STRICKLAND, T. C. et al. Economic competitiveness of Napier grass in irrigated and non-irrigated Georgia coastal plain cropping systems. **BioEnergy Research**, v.11, p.574-582, 2018.

LIMA, E. S.; SILVA, J. F. C.; VÁSQUEZ, H. M. et al. Produção de matéria seca e proteína bruta e relação folha/colmo de genótipos de capim-elefante aos 56 dias de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1518-1523, 2007.

LOPES, K. S. M.; YOKOBATAKE, K.L.A.; MELLO, S. Q. S. et al. Digestibilidade *in vitro* de produção de gases em silagens de milho e sorgo em consórcio ou não com *Panicum e Urochloa*. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.10, n.1, p.82-88, 2016.

LOPES, R. S.; FONSECA, D. M.; OLIVEIRA, R. A. et al. Efeito da irrigação e adubação na disponibilidade e composição bromatológica da massa seca de lâminas foliares de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.20-29, 2005.

MARSCHNER, P. **Marschner's Mineral nutrition of higher plants**. Third edition. San Diego: Academic, 2012.

MARTEL E.; PONCET V.; LAMY F. et al. Chromosome evolution of *Pennisetum* species (Poaceae): implications of ITS phylogeny. **Plant Systematics and Evolution**, v.249, p.139–149, 2004.

MEINERZ, G. R.; OLIVO, C. J.; AGNOLIN, C. A. et al. Produção e valor nutritivo da forragem de capim-elefante em dois sistemas de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.12, p.2673-2680, 2011.

MELLO, A. C. L.; LIRA, M. A.; DUBEUX JUNIOR, J. C. B. 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, n.1, p.30-42, 2002.

MISTURA, C.; FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M. et al. Disponibilidade e qualidade do capim-elefante com e sem irrigação adubado com nitrogênio e potássio na estação seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.372-379, 2006.

MOTA, V. J. G.; REIS, S. T.; SALES, E. C. J. et al. Lâminas de irrigação e doses de nitrogênio em pastagens de capim-elefante no período seco do ano no norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1191-1199, 2010.

MOTA, V. J. G.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; REIS, S. T. et al. Lâminas de irrigação e doses de nitrogênio em pastagem de capim-elefante no período chuvoso no norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.12, n.4, p.908-922, 2011.

NAGASUGA, K. e KUBOTA F. Difference in water transport resistance of above-ground parts between napiergrass (*Pennisetum purpureum* Schumach.) and maize (*Zea mays* L.). **Japanese Journal of Crop Science**, v.74, p.174-184, 2005.

NUNES, J. D.; AZEVEDO, A. L. S.; PEREIRA, A. V. et al. **Genetics and Molecular Research**, v.12, n.4, p.4817-4826, 2013.

OLIVEIRA, R. A.; TAGLIAFERRE, C.; SEDIYAMA, G. C. et al. Desempenho do irrigômetro na estimativa da evapotranspiração de referência. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.2, p.166-173, 2008.

OSAKABE, Y.; OSAKABE, K.; SHINOZAKI, K. et al. Response of plants to water stress. **Frontiers in Plant Science**, v.5, n.86, p.1-8, 2014.

PACIULLO, D. S. C.; DERESZ, F.; AROEIRA, L. J. M. et al. Morfogênese e acúmulo de biomassa foliar em pastagem de capim-elefante avaliada em diferentes épocas do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.7, 2003.

PEREIRA, A. V.; MACHADO, M. A.; AZEVEDO, A. L. S. et al. Diversidade genética entre acessos de capim-elefante obtida com marcadores moleculares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.1216-1221, 2008.

PEREIRA, A. V.; VALLE, C. B.; FERREIRA R. P. et al (2001). Melhoramento de Forrageiras Tropicais. In: Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas (NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARES-INGLIS, M. C.). Fundação Mato Grosso, Cuiabá, 549-601.

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

QUEIROZ, D. S.; GOMIDE, J. A.; MARIA, J. Avaliação da folha e do colmo de topo e base de perfilhos de três gramíneas forrageiras. 2. Anatomia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.61-68, 2000.

RIBEIRO, E. G.; FONTES, C. A. A.; PALIERAQUI, J. G. B. et al. Influência da irrigação, nas épocas seca e chuvosa, na produção e composição química dos capins Napier e Mombaça em sistema de lotação intermitente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1432-1442, 2009.

RIBEIRO, E. G.; FONTES, C. A. A.; PALIERAQUI, J. G. B. et al. Influência da irrigação durante as épocas seca e chuvosa na taxa de lotação, no consumo e no desempenho de novilhos em pastagens de capim-elefante e capim-mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p.1546-1554, 2008.

RÍO, J. C. D.; PRINSEN, P.; RENCORET, J. et al. Structural characterization of the lignin in the cortex and pith of elephant grass (*Pennisetum purpureum*) Stems. **Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, p. 3619-3634, 2012.

RODRIGUES, R. C.; SOUSA, T. V. R.; MELO, M. A. A. et al. Agronomic, morphogenic and structural characteristics of tropical forage grasses in northeast Brazil. **Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales**, v.2, p.214-222, 2014.

SANTOS, M. C. S.; LIRA, M. A.; TABOSA, J. N. et al. Comportamento de clones de *Pennisetum* submetidos a períodos de restrição hídrica controlada. **Archivos de Zootecnia**, v.60, n.229, p.31-39, 2011.

SILVA CARVALHO, A. P.; ARRUDA, R. M.; ABREU, J. G. et al. Agronomic features of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum) cv. Roxo under irrigation. **Semina: Ciências Agrárias**, v.30, n.1, p.275-286, 2018.

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; AZEVEDO NETO, A. D. et al. Aspectos ecofisiológicos de dez espécies em uma área de caatinga no município de Cabaceiras, Paraíba, Brasil. **Série Botânica**, v.59, n.2, p.201-205, 2004.

SILVA, M. A.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F. et al. Análise de trilha em caracteres produtivos de *Pennisetum* sob corte em Itambé, Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p.1185-1191, 2008a.

SILVA, M. A.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F. et al. Rendimento forrageiro e valor nutritivo de clones de *Pennisetum* sob corte, na Zona da Mata Seca. **Archivos de Zootecnia**, v.60, n.229, p.63-74, 2011.

SILVA, M. C.; SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A. et al. Ensaios preliminares sobre autofecundação e cruzamentos no melhoramento do capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p.401-410, 2008b.

SILVA, S. H. B.; SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A. et al. Uso de descritores morfológicos e herdabilidade de caracteres em clones de capim-elefante de porte baixo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1451-1459, 2009.

SINGH, S.; KUSHWAHA, B. P.; NAG, S. K. et al. *In vitro* ruminal fermentation, protein and carbohydrate fractionation methane production and prediction of twelve commonly used indian greed forages. **Animal Feed Science and Technology**, v.178, p. 2-11, 2012.

SOUZA SOBRINHO, F.; LÉDO, F. J. S.; PEREIRA, A. V. et al. Avaliação do potencial de propagação por sementes de capim-elefante hexáploide. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.3, p.974-977, 2008.

SOUZA, L. C.; SIQUEIRA, J. A. M.; SILVA, J. L. S. et al. Osmorreguladores em plantas de sorgo sob suspensão hídrica e diferentes níveis de silício. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n. 3, p. 240-249, 2013.

TAIZ, L. e ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal** - 4. edição - Porto Alegre: Artmed. 848p. 2009.

TEKLETSADIK, T.; TUDSRI, S.; JUNTAKOOL, S. et al. Effect of dry season cutting management on subsequent forage yield and quality of Ruzi (*Brachiaria ruziziensis*) and Dwarf Napier (*Pennisetum purpureum* L.) in Thailand. **Natural Science**, v.38, p.457-467, 2004.

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, p.421-430, 2010.

TSUZUKIBASHI, D.; COSTA, J. P. R.; MORO, F. V. et al. Quantitative anatomy, in vitro digestibility and chemical composition of *Brachiaria brizantha* cultivars. **Revista de Ciências Agrárias**, v.39, p.46-53, 2016.

VALENTE, T. N. P.; LIMA, E. S.; GOMES, D. I. et al. Anatomical differences among forage with respect to nutriente availability for ruminants in the tropics: A review. **African Journal of Agricultural Research**, v.11, n.18, p.1585-1592, 2016.

VAN SOEST, P. J. Nutritional ecology of the ruminants – 2nd edition. 1994.

VAN SOEST, P. J. Symposium on nutrition and forage and pastures: new chemical procedures for evaluating forages. **Journal of Animal Science**, v.23, n.3, p.838-845, 1964.

VEIGA, J. B.; MOTT, G. O.; RODRIGUES, L. R. A. et al. Capim-elefante anão sob pastejo I. Produção de forragem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.8, p.929-936, 1985.

VENOT, J. P.; ZWARTEVEEN, M.; KUPER, M. et al. Beyond the promises of technology: A review of the discourses and actors who make drip irrigation. **Irrigation and Drainage**, v.63, p.186-194, 2014.

VIANA, B. L.; MELLO, A. C. L.; LIRA, M. A. et al. Adaptability and stability analysis for selection of Elephantgrass clones under grazing. **Crop Science**, v.55, p.1-8, 2015.

VITOR, C. M. T.; FONSECA, D.M.; CÓSER, A.C. et al. Produção de matéria seca e valor nutritivo de pastagem de capim-elefante sob irrigação e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.435-442, 2009.

WILSON, J. R. e HATTLERSLEY, P. W. Anatomical characters and digestibility of leaves of *Panicum* and other grass genera with C3 and different types of C4 photosynthetic pathway. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.40, n.1, p.125-136, 1989.

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

WILSON, J. R. Cell wall characteristics in relation to forage digestion by ruminants. **Journal of Agricultural Science**, v.122, n.2, p.173-182, 1994.

ZAILAN, M. Z.; YAAKUB, H.; JUSOH, S. *In vitro* digestibility and gas production characteristics of four Napier (*Pennisetum purpureum*) cultivars as fresh fodder. **Malaysian Journal of Animal Science**, v.19, n.2, p.95-106, 2016.

CAPÍTULO 2

Valor nutritivo de genótipos de Capim-elefante de diferentes portes sob irrigação

Valor nutritivo de genótipos de Capim-elefante de diferentes portes sob irrigação

RESUMO

O uso de irrigação consiste em importante estratégia no manejo de forrageiras com o intuito de atender as exigências hídricas, promover a manutenção do crescimento das plantas e aumentar a produção de matéria seca. A irrigação pode promover alterações morfológicas e no valor nutritivo ao longo do ciclo vegetativo das plantas. Com isso, objetivou-se avaliar o efeito de genótipos de Capim-elefante de diferentes portes associado à presença e ausência de irrigação, no período seco e chuvoso do ano, sobre o valor nutritivo, fracionamento de carboidratos, proteína e produção de gás *in vitro* das lâminas foliares e colmos. O experimento foi conduzido durante os anos de 2017 e 2018 no município de Garanhuns, Pernambuco. Os tratamentos experimentais foram quatro genótipos de Capim-elefante, dois de portes alto (IRI 381, Elefante B) e dois de portes baixo (Taiwan A-146 2.37 e Mott), com ou sem irrigação. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas principais representadas pela presença ou ausência de irrigação e as subparcelas pelos genótipos de Capim-elefante. Os genótipos foram colhidos a cada 60 dias e as coletas para análises laboratoriais foram realizadas no período chuvoso (agosto) e seco (dezembro) dos dois anos experimentais. De maneira geral, verificou-se que as lâminas foliares do Mott apresentou teores de FDN ($588,98 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$) significativamente menores ($P \leq 0,05$) que o Taiwan A-146 2.37 ($598,22 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$) e os genótipos de porte alto ($668,26 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$), não diferiram entre si. A irrigação, promoveu efeito significativo ($P \leq 0,05$) apenas na época seca, com maiores deposições de componentes fibrosos nas lâminas foliares. Em relação aos períodos do ano, para os colmos, houve diferença significativa ($P \leq 0,05$) no tratamento não irrigado, com maiores teores de FDN ($709,16 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$) e menores de DIVMS ($377,94 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$) na época chuvosa do ano, quando comparado ao período seco que apresentou menor teor de FDN e maior DIVMS, respectivamente, ($648,63 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$; $410,82 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$). A fração C dos carboidratos nas lâminas foliares não diferiu entre os genótipos, porém com irrigação esta fração aumentou em 20%. Houve maior proporção da fração B1+B2 dos compostos

nitrogenados nas plantas sem irrigação. Em relação ao volume de gás obtido por meio da degradação dos carboidratos fibrosos, observou-se maior valor na fração colmo da planta, em relação às lâminas foliares, sobretudo nos genótipos de porte alto, devido às maiores proporções de componentes fibrosos. Genótipos de porte baixo possuem melhor valor nutritivo, quando comparado aos genótipos de porte alto. A forragem produzida em capineira de Capim-elefante irrigado apresenta características de um bom alimento volumoso.

Palavras-chave: Capim-elefante, Composição química, Digestibilidade, Estacionalidade, Fermentação ruminal, Parede celular.

Nutritive value of elephant grass genotypes of different sizes under irrigation

ABSTRACT

The use of irrigation is an important strategy in forage management with the goal to fill water requirements, promote plant growth and increase dry matter production. Irrigation can promote morphological and nutritional value changes throughout the vegetative cycle of plants. The goal was to evaluate the effect of elephant grass genotypes of different sizes associated with the presence and absence of irrigation, in the dry and rainy period, on the nutritive value, carbohydrate fractionation, protein and *in vitro* gas production in the leaf blades and stems. The experiment was carried during 2017 and 2018 in Garanhuns, Pernambuco. The experimental treatments were four elephant grass genotypes, two high-size (IRI 381 and Elefante B) and two small-size (Mott and Taiwan A-146 2.37) with or without irrigation. The experimental design was a randomized in blocks, with split plot scheme, the main plots represented by the presence or absence of irrigation and the subplots by elephant grass genotypes. The genotypes were harvested every 60 days and laboratory samples were taken in the rainy (August) and dry season (December) of the two experimental years. Overall, Mott leaf blade were significantly lesser NDF (588.98 g kg⁻¹ DM) than Taiwan A-146 2.37 (598.22 g kg⁻¹ DM) and the high-size genotypes (668.26 g kg⁻¹ DM) did not differ from each other. Irrigation

promoted a significant effect ($P \leq 0.05$) only in the dry season, with greater deposition of fibrous components in the leaf blades. Regarding the season, for the stems, there was a significant difference ($P \leq 0.05$) in the non-irrigated treatment, with greater NDF (709.16 g kg⁻¹ DM) and lesser IVDMD (377.94 g kg⁻¹ DM) in the rainy season, when compared to the dry season that presented lesser NDF content and greater DIVMS, respectively (648.63 g kg⁻¹ DM, 410.82 g kg⁻¹ DM). The C fraction of the carbohydrates in the leaf blades did not differ among genotypes, however with irrigation this fraction increased by 20%. There was a higher proportion of the B1 + B2 fraction of the nitrogen compounds in the plants without irrigation. Regarding the volume of gas obtained through the degradation of fibrous carbohydrates, a higher value was observed in the stem fraction of the plant in relation to leaf blades, especially in the high-size genotypes, due to the higher proportions of fibrous components. Small-size genotypes have better nutritive value when compared to high-size genotypes. The forage produced in elephant grass cut and carry has characteristics of a good bulky food.

Keywords: Cell wall, Chemical composition, Digestibility, Elephant grass, Ruminant fermentation, Seasonality.

INTRODUÇÃO

A estacionalidade da precipitação pluvial apresenta-se como um dos obstáculos para o aumento da produtividade em sistemas de produção dependentes do cultivo de plantas forrageiras, devido à existência de dois períodos distintos, chuvoso e seco (Sanches et al., 2015). Com o uso da irrigação como alternativa de manejo de forrageiras, altos rendimentos de matéria seca por área podem ser alcançados, desde que sejam obedecidos alguns aspectos de manejo, com base em conhecimentos sobre as alterações morfológicas, e no valor nutritivo que ocorrem ao longo do ciclo vegetativo da planta (Carvalho et al., 2018). Pois, ao longo do período de desenvolvimento, as características agrônômicas são as que sofrem alterações mais facilmente visualizadas, e que possui estreita relação com o valor nutritivo das plantas forrageiras (Rodrigues et al., 2014).

Essas diferenças são ainda maiores quando se comparam forrageiras sob condições irrigadas e não irrigadas (Alencar et al., 2010), uma vez que a maior condição de umidade do solo pode acelerar o crescimento da planta, com redução da digestibilidade *in vitro* da matéria seca e, conseqüentemente, aumento das concentrações de matéria seca, da fibra em detergente neutro e da fibra em detergente ácido (Voltolini et al., 2012).

O Capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) é conhecido por sua alta produtividade, principalmente em áreas mais úmidas ou quando irrigados, uma vez que, seu centro de origem é caracterizado por locais com precipitação anual superior a 1.000 mm (Río et al., 2012). Além disso, caracteriza-se por apresentar bom valor nutritivo (Alencar et al., 2010), resultante da combinação de vários fatores, tais como, eficiência fotossintética, no uso da água e de absorção de nutrientes, armazenamento de carboidratos de reserva e capacidade de rebrotação em relação a outras gramíneas (Dubeux Junior e Mello, 2010).

Estudando as alterações do valor nutritivo em função dos genótipos (IRI 381 e Elefante B), nas condições da Zona da Mata de Pernambuco, Silva et al. (2011) observaram teores de proteína bruta (PB) nas folhas com idade de 60 dias, de 96,0 e 89,0 g/kg MS; de fibra em detergente neutro (FDN) de 724,0 e 736,0 g/kg MS e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) de 582,0 e 587,0 g/kg MS. Para as mesmas variáveis, os mesmos autores registraram valores nos colmos de 48,0 e 48,0 g/kg MS; 810,0 e 772,0 g/kg MS; 447,0 e 469,0 g/kg MS, respectivamente. No entanto, não foi verificada diferença significativa ($P > 0,05$) entre os genótipos quanto as características mencionadas, mas entre as frações avaliadas observou-se que as lâminas foliares possuem valor nutritivo superior, quando comparado ao colmo.

Para os genótipos de porte baixo Mott e Taiwan A-146 2.37, sob corte aos 60 dias de idade, nas condições da Mata Setentrional do estado de Pernambuco, Peixoto (2018) registrou valores de 108,5 e 103,0 g/kg MS para a PB; 640 e 625 g/kg MS para a FDN e 710 e 715 g/kg MS para a DIVMS nas lâminas foliares. Porém, nos colmos os valores foram de 62 e 59 g/kg MS para a PB; 654 e 686 g/kg MS para a FDN e 552 e 535 g/kg para a DIVMS.

Concomitante ao desenvolvimento rápido dos colmos e avanço da maturidade das plantas dos cultivares de Capim-elefante, notadamente nos de porte alto, há a perda de

valor nutritivo, quando comparado aos cultivares de porte baixo, sendo esta perda no valor nutritivo mais lenta em função da taxa no acúmulo de colmos ser mais lenta (Garcia et al., 2011; Silva et al., 2009). Com isso, é importante a avaliação do tipo e grau de alterações nos aspectos fisiológicos e morfológicos das plantas forrageiras, para a escolha adequada dos genótipos, bem como práticas de manejo adequadas para a permanência do sistema produtivo, e para a obtenção de forragem em quantidade e qualidade significativas.

Na avaliação do valor nutritivo de uma forrageira, busca-se associar à sua composição química ao nível de aproveitamento dos nutrientes. Assim, com a técnica *in vitro* semiautomática de produção de gás, pode-se descrever a cinética de fermentação ruminal, o que torna uma ferramenta para avaliação nutricional de forrageiras. Esta técnica baseia-se na estimativa do volume de gás produzidos durante a fermentação do substrato, por meio da leitura direta com seringa graduada ou por predições do volume de gases a partir de dados de pressão (Maurício et al., 2003).

Por isso, a análise das taxas e extensões de degradação, considerando-se as características da parede celular nas diferentes partes e tecidos da planta, permite determinar qual componente e estágio de maturidade mais afeta a digestão, e assim, ajudar na tomada de decisões quanto ao manejo adotado.

Com isso, objetivou-se avaliar o efeito de genótipos de Capim-elefante de diferentes portes associado à presença e ausência de irrigação, no período seco e chuvoso do ano, sobre o valor nutritivo, fracionamento de carboidratos, proteína e produção de gás *in vitro* das lâminas foliares e colmos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental pertencente à Universidade Federal Rural de Pernambuco, localizada no município de Garanhuns. O município está a 896 metros acima do nível do mar, à 1.030 metros do ponto mais

elevado do município, e está situado na mesorregião do Agreste Meridional de Pernambuco, a $8^{\circ} 53' 2''$ de latitude Sul e $36^{\circ} 29' 34''$ de longitude oeste (Figura 1).

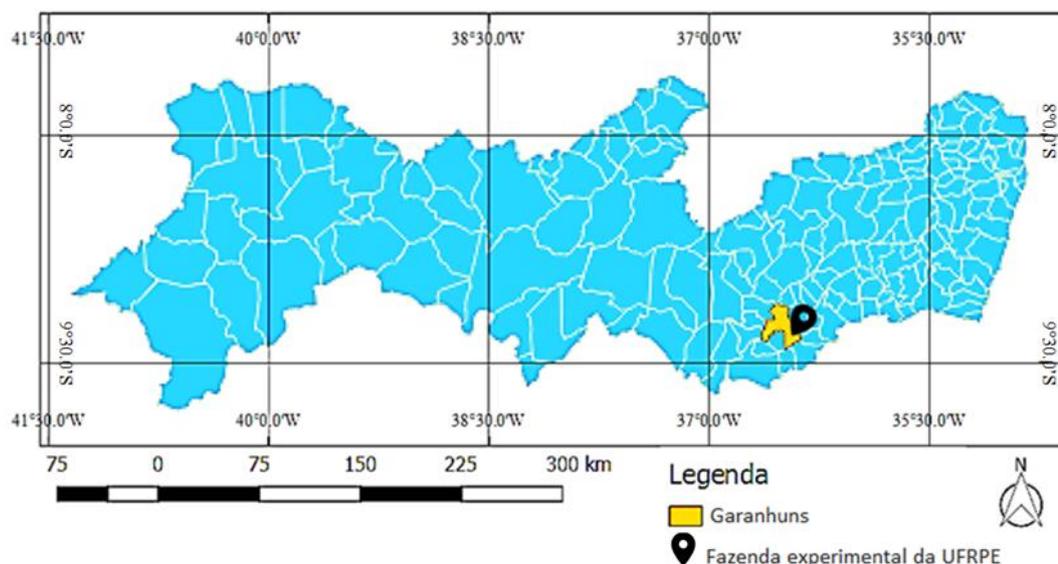


Figura 1. Localização da fazenda experimental da UFRPE, Garanhuns-PE.

O clima é classificado como tropical tipo Aw' conforme a classificação climática de Köppen-Geiger (Alvares et al., 2013), com temperatura média anual de $21,2^{\circ}\text{C}$, regime de chuvas do outono a inverno, caracterizado por verões quentes e secos e invernos amenos e úmidos. A precipitação anual histórica média de 53 anos do município foi de 866 mm (Barbosa et al., 2016).

O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Amarelo e a classe textural como franco-argiloarenoso. A composição granulométrica e os resultados das análises físico-hídricas de amostras do solo foram os seguintes: argila= 212 g kg^{-1} ; silte= 133 g kg^{-1} ; areia total= 655 g kg^{-1} ; capacidade de campo = $0,16\text{ g g}^{-1}$; ponto de murcha permanente= $0,10\text{ g g}^{-1}$; água disponível= $0,06\text{ g g}^{-1}$; densidade do solo= $1,18\text{ g cm}^{-3}$; densidade de partículas= $2,65\text{ g cm}^{-3}$ e porosidade total= 55,43%.

De acordo com análise química do solo inicial, foi realizada a correção do pH com 500 kg/ha de calcário calcítico para elevar a saturação por bases, aração e gradagem na área. Após a correção do solo, novamente coletou-se amostras de solo para análise química (Tabela 1) para a realização da adubação de fundação, que consistiu de 100 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 80 kg ha^{-1} de K_2O , tendo como fontes superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente, aplicado à lança diretamente no sulco, antes do plantio.

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

Profundidade	pH ¹	P ²	K	Na	Al	Ca	Mg	H	SB	CTC	V	C	m	MO
		mg dm ⁻³										%		
0-20 cm	5,8	4,0	0,2	0,03	0	1,8	0,4	2,5	2,5	5,0	50,1	2,1	0	3,6
20-40 cm	5,5	2,0	0,2	0,03	0	1,3	0,3	3,3	1,8	5,1	35,9	1,8	0	3,1

¹pH em água. ²Extrator mehlich 1.

Foram estudados o valor nutritivo e produção de gás de lâminas foliares e colmos de quatro genótipos de Capim-elefante, dois de porte alto (IRI-381 e Elefante B) e dois de porte baixo (Taiwan A-146 2.77 e Mott), com e sem irrigação, ao longo de dois anos experimentais (2017 e 2018). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, em que as parcelas principais foram constituídas da presença ou ausência de irrigação e as subparcelas compostas pelos quatro genótipos.

Os genótipos de Capim-elefante foram estabelecidos vegetativamente em sulcos espaçados de 1,0 m. A área experimental possuía 1.820 m² (91 x 20 m), onde cada 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).

A adubação de manutenção anual foi realizada apenas no período chuvoso do ano. Em função da maior frequência de chuvas no primeiro ano experimental, foram aplicadas duas vezes sempre no início do período experimental. A primeira aplicação foi realizada no quarto ciclo (junho a agosto/2017) e a segunda no quinto ciclo (agosto a outubro/2017). No segundo ano experimental a aplicação foi realizada apenas uma vez no início do décimo ciclo (junho a agosto/2018). Cada aplicação foi realizada com o equivalente a 100 kg ha⁻¹ de N e 80 kg ha⁻¹ de K₂O, à lanço sob as fontes de sulfato de amônio e cloreto de potássio, respectivamente.

Nas parcelas experimentais que receberam irrigação, a aplicação de água foi realizada por meio de um sistema de gotejamento, utilizando-se como fonte de água um manancial perene localizado próximo à área experimental. A qualidade da água foi monitorada ao longo período experimental (Tabela 2).

O manejo da irrigação foi realizado para que os genótipos recebessem a mesma lâmina de irrigação, repondo 100% da evapotranspiração real da cultura (ET_c), com base no método de Penman-Monteith padronizado pela FAO/56 (Allen et al., 1998).

Tabela 2. Análise da água de abastecimento utilizada aplicada na área experimental, Garanhuns-PE.

Variáveis	Unidade	Época	Época	Época	Época
		seca	chuvosa	seca	chuvosa
		2017		2018	
Cor aparente	mg Pt-Co L ⁻¹	ND*	ND*	140,0	70,0
Turbidez	uT	538,0	246,0	30,5	120
Condutividade elétrica	μS cm ⁻¹ a 25°C	334,9	359,6	147,1	148,25
pH	-	6,5	8,0	6,6	7,9
Sólidos totais dissolvidos	mg L ⁻¹	844,0	536,0	180,0	132,0
Alcalinidade de hidróxidos em CaCO ₃	mg L ⁻¹	0,0	0	0,0	0
Alcalinidade de carbonatos em CaCO ₃	mg L ⁻¹	0,0	0	0,0	3
Alcalinidade em Bicarbonatos em CaCO ₃	mg L ⁻¹	10,1	50,5	39,4	10
Alcalinidade total em CaCO ₃	mg L ⁻¹	10,1	50,5	39,4	10
Dureza total em CaCO ₃	mg L ⁻¹	35,3	23,5	35,3	34,0
Cálcio em Ca ⁺²	mg L ⁻¹	2,3	3,1	6,3	12,8
Magnésio em Mg ⁺²	mg L ⁻¹	7,1	3,18	4,8	0,49
Sódio em Na ⁺	mg L ⁻¹	72,0	71	2,5	14,6
Potássio em K ⁺	mg L ⁻¹	10,3	13,8	8,8	50,4
Cloreto em Cl ⁻	mg L ⁻¹	103,1	98,1	38,0	44,0
Sulfato em SO ₄ ⁻²	mg L ⁻¹	135,6	149,5	2,0	41,6
Ferro total em Fe ⁺²	mg L ⁻¹	-	-	-	-
Classificação da água para irrigação		C2S1	C2S1	C1S1	C1S1

*Valor acima da concentração de detecção do aparelho. C1S1: Condutividade elétrica baixa e salinidade baixa; C2S1: Condutividade elétrica média e salinidade baixa. **Fonte:** Laboratório de análise de planta, ração e água – LAPRA – IPA.

A evapotranspiração de referência (ET₀, mm dia⁻¹) foi estimada por meio da equação (I):

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

Em que: ET₀ – Evapotranspiração por Penman-Monteith (mm dia⁻¹), s – declinação da curva de saturação de vapor de água (kPa °C⁻¹), R_n – saldo de irradiação (MJ m⁻² dia⁻¹), G – densidade de fluxo de calor no solo (MJ m⁻² dia⁻¹), g – Fator psicrométrico (MJ kg⁻¹), T – temperatura do ar (°C), U₂ – velocidade do vento (m s⁻¹), De – pressão de saturação de vapor (kPa) subtraído de pressão real de vapor (kPa).

Além disso, a evapotranspiração de referência (mm dia^{-1}) foi corrigida com a precipitação pluvial diária (mm dia^{-1}) através da subtração dos valores das duas variáveis mencionadas.

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

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

Em que: K_c é coeficiente de cultura, adimensional. O valor do K_c (0,40) foi definido para o estágio inicial de desenvolvimento (0 a 10 dias pós corte) e K_c (0,80) para o estágio vegetativo de desenvolvimento (11 a 50 dias pós corte) e K_c (1,0) para o estágio final do ciclo avaliado (51 a 60 dias pós corte) (FAO/56) (Allen et al., 1998).

A lâmina total de água aplicada na irrigação (L , mm) foi calculada com base na equação (III):

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

Onde: E_a : Eficiência de aplicação da água, (%).

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

$$T_{irrigação} = (ET_c * ee * 60) / (ve * E_a) \quad (\text{Eq. IV})$$

Onde: ee : espaçamento entre os emissores; ve : vazão do emissor, E_a : eficiência de aplicação da água.

Na Figura 2 é apresentada a precipitação pluvial, temperatura média do ar, radiação solar global média, evapotranspiração real da cultura (ET_c) e irrigação diária de cada mês durante dois anos experimentais.

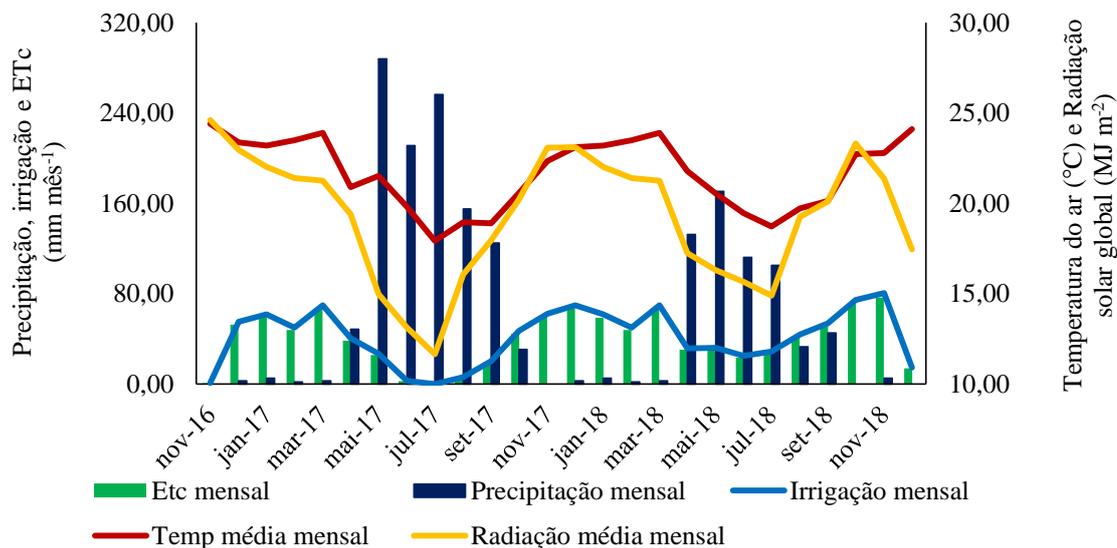


Figura 2. Precipitação, evapotranspiração e irrigação diária temperatura média do ar, radiação solar global média, registrada durante o período experimental, Garanhuns-PE.

Em julho/2016, 90 dias após o estabelecimento das parcelas foi realizado um corte de uniformização, logo em seguida foi realizado o replantio das parcelas falhadas. Em novembro/2016, 120 dias após o replantio e estabelecimento, foi realizado um novo corte de uniformização para o início do período experimental. Os genótipos foram submetidos a cortes sucessivos, durante o período de dois anos (2016 à 2018), com frequência de 60 dias e intensidade de corte rente ao solo.

As amostragens vegetais foram realizadas no período chuvoso (agosto) e seco (dezembro) do ano de 2017 e 2018 na área útil de cada subparcela. Foram tomados aleatoriamente cinco perfilhos basais. Foi obtida pela separação manual, o colmo (colmo+bainha) e a lâmina foliar, cortada à altura da lígula. Em seguida foi determinado o peso verde destes componentes e após secagem em estufa com circulação forçada de ar à 55 °C, obtidos o peso seco dos mesmos.

As amostras de lâmina foliar e colmo foram moídas em moinho tipo Willey, em peneiras com crivos de 1 e 2 mm para se proceder as análises químicas e os ensaios de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e produção de gás *in vitro*, respectivamente, no Laboratório de Nutrição Animal e de Forragicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE),

As análises dos teores de matéria seca (MS) (930.15), matéria mineral (MM) (942.05), extrato etéreo (EE) (920.39) e proteína bruta (PB) (984.13) foram realizadas de acordo a com a metodologia descrita pela AOAC (1990). As análises de fibra em

detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e FDN corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) foram realizadas conforme metodologia de Van Soest et al. (1991), com modificações propostas por Senger et al. (2008), na qual foi utilizado autoclave com temperatura a 110°C por 40 minutos.

Para a determinação da lignina, o resíduo de FDA foi lavado com ácido sulfúrico a 72%, visando a solubilização da celulose, e obtendo a lignina digerida em ácido (LDA), conforme metodologia proposta por Van Soest et al. (1991).

O fracionamento de carboidratos foi realizado conforme Sniffen et al. (1992), onde os carboidratos totais (CHOt) foram calculados considerando a seguinte equação.

$$CHOt = 100 - (PB + EE + MM) \quad (\text{Eq.V})$$

As frações A e B1 (carboidratos não fibrosos e compreende os carboidratos de rápida fermentação ruminal, tais como os açúcares solúveis, amido e pectina) foram obtidos como segue:

$$CNF = 100 - (PB + (FDNcp) + EE + MM) \quad (\text{Eq.VI})$$

Ou seja, CHOt – FDNcp.

A fração B2 (carboidratos de lenta taxa de degradação ruminal presentes na parede celular) foi obtida através da diferença entre FDNcp e fração C.

A fração C (parte fibrosa indigestível) foi obtida como segue:

$$C = FDN * 0,01 * LIG * 2,4 \quad (\text{Eq.VII})$$

Para o fracionamento da proteína, inicialmente foram obtidos os teores de nitrogênio não proteico, correspondente a fração A, o nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e o nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), utilizando-se metodologia descrita por Licitra et al. (1996).

A fração B1+B2 foi obtida através da equação:

$$B1 + B2 = 100 - (A + B3 + C) \quad (\text{Eq.VIII})$$

A fração B3 obtida pela diferença entre o NIDN e o NIDA e a fração C considerada como o NIDA.

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi obtida segundo Tilley e Terry (1963), na qual as amostras foram pesadas em sacos F57 (ANKOM® Technology) previamente pesados e foram incubados com a solução tampão proposta por McDougall (1948) com pH de 6,8 e inóculo ruminal, na DAISY^{II} Incubator (ANKOM® Technology), por 48 horas (estágio da fermentação ruminal). Após este período foi

adicionado 40 mL de solução de HCl (6N) e 8 g de pepsina e foram incubadas novamente por 24 horas (estágio da digestão química). Ao término, os sacos F57 contendo os resíduos foram secos em estufa a 105 °C até peso constante e pesados.

Foi realizada a análise de produção de gás *in vitro* com o uso do transdutor de pressão, proposta por Theodorou et al. (1994), no Laboratório de Nutrição Animal, da Unidade Acadêmica de Garanhuns da UFRPE. As amostras foram incubadas em frascos (160 mL) com 1 g de amostra, juntamente com 90 mL de meio nutritivo de Goering e Van Soest (1970), injetados CO₂ constantemente e 10 mL de inóculo ruminal. Em seguida, os frascos foram vedados com rolhas de borracha e vedados com lacres de alumínio. Os frascos foram incubados em uma estufa com temperatura constante de 39 °C e agitações manuais dos frascos a cada hora.

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 (LOGGER AG100 - Agricer), nos tempos 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 18, 21, 24, 30, 36, 42, 48, 60 e 72h pós incubação.

Os dados obtidos em psi foram convertidos em volume de gás produzido durante a incubação, considerando as seguintes coordenadas geográficas do local de incubação (-8° 90' 77" S, -36° 49' 49" W, altitude de 844 metros). Assim, observou-se que 1 psi = 4,859 mL de gases.

Para determinação dos parâmetros de produção de gás, foi utilizado o modelo logístico bicompartimental (Eq. IX) (Schofield et al., 1994) com auxílio do PROC NLIN do *software* SAS University Edition.

$$V_t = \frac{V_{f1}}{1+e^{[2-4k_1(t-\lambda)]}} + \frac{V_{f2}}{1+e^{[2-4k_2(t-\lambda)]}} + \varepsilon \quad (\text{Eq.IX})$$

onde, V_{t1} = volume (mL/g MS) total observado, V_{t2} = volume (mL/g MS) 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, k_1 = taxa específica de produção de gases pela degradação da fração B2 (CF), k_2 = 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.

Os dados foram analisados utilizando o PROC MIXED do SAS University Edition. Os efeitos fixos incluíram irrigação, genótipos, períodos do ano e suas interações. Os blocos, o ano e suas interações foram considerados como efeitos aleatórios. Os períodos do ano foram considerados como medidas repetidas no tempo. As médias foram comparadas utilizando o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey. Para todas as variáveis, as diferenças foram consideradas significativas quando $P \leq 0,05$.

RESULTADOS

Valor nutritivo

O teor de matéria seca das lâminas foliares dos genótipos de Capim-elefante foi afetado pela interação ($P \leq 0,05$) entre irrigação x período do ano e genótipos x período do ano (Figura 3).

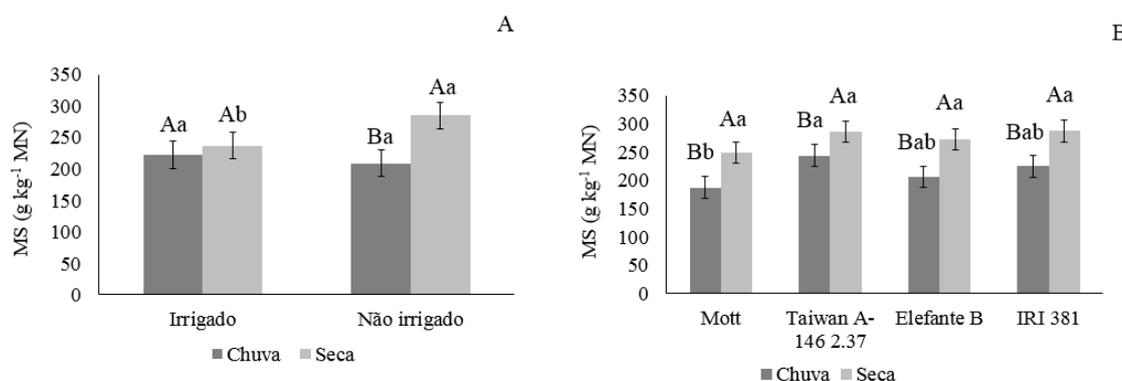


Figura 3. Teor de matéria seca (g kg^{-1} MN) das lâminas foliares de genótipos de *Pennisetum purpureum*, irrigado e não irrigado, nos períodos chuvoso e seco de 2017 e 2018, afetado pela (A) interação irrigação x período do ano ($P = 0,0001$) e (B) genótipo x período do ano ($P = 0,0076$). Letras maiúsculas comparam entre os períodos do ano e as letras minúsculas entre o irrigado e não irrigado e os genótipos, de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.

Não houve diferença significativa ($P \leq 0,05$) para a matéria seca das lâminas foliares entre os períodos do ano nas parcelas com presença de irrigação. Enquanto que nas parcelas sem irrigação, foram obtidos nas lâminas foliares no período seco do ano maiores teores de matéria seca (Figura 3A). Menores teores de MS foram observados no

período chuvoso do ano na interação genótipo x período do ano (Figura 3B). No período seco, não houve diferença significativa entre os genótipos, já no período chuvoso, o genótipo Mott (187,47 g kg⁻¹ MN) foi significativamente menor que o Taiwan A-146 2.37 (243,86 g kg⁻¹ MN) e não diferiram dos genótipos de porte alto.

Houve interação significativa ($P \leq 0,05$) para os colmos (Figura 4) entre irrigação e período do ano. Entre os períodos do ano, houve significância nas parcelas sem irrigação, onde no período seco registraram-se maiores teores de matéria seca nos colmos. Dentre a presença e ausência de irrigação, houve diferença significativa entre estes tratamentos apenas no período seco do ano, com menores valores observados nas parcelas irrigadas.

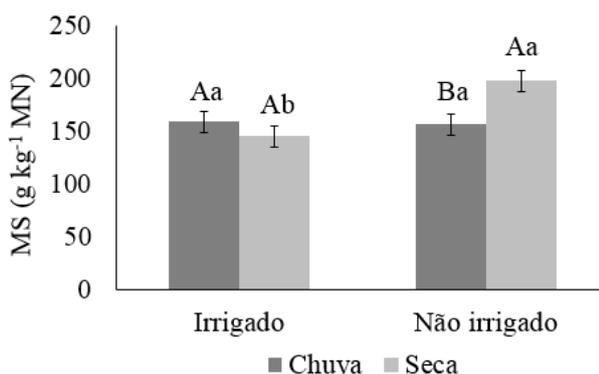


Figura 4. Matéria seca (g kg⁻¹ MN) dos colmos de genótipos de *Pennisetum purpureum*, irrigado e não irrigado, nos períodos chuvoso e seco de 2017 e 2018, afetado pela interação irrigação x período do ano ($P = 0,0001$). Letras maiúsculas comparam entre os períodos do ano e as letras minúsculas entre o irrigado e não irrigado, de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média

O valor nutritivo das lâminas foliares (Tabela 3), foi influenciado pela interação ($P \leq 0,05$) entre genótipos x irrigação x período do ano. Maiores teores de PB foram observados no genótipo Mott em todos os tratamentos e períodos do ano, porém não diferiu estatisticamente ($P \geq 0,05$) do Taiwan A-146 2.37, que por sua vez também não diferiu do Elefante B e IRI 381. No Mott também observou-se teores de FDN e FDA significativamente menores ($P \leq 0,05$) que o Taiwan A-146 2.37 e os genótipos de porte alto, que não diferiram entre si.

Apenas na época seca do ano houve efeito do fator irrigação, para proteína bruta, resultando em valores maiores no tratamento não irrigado, em todos os genótipos avaliados. Resultado similar foi obtido em relação aos períodos do ano, sendo o teor de proteína bruta maior ($P \leq 0,05$) na ausência de irrigação.

Maiores deposições de componentes fibrosos foi observada quando o capim-elfante foi irrigado, esta diferença foi verificada apenas na época seca. Este comportamento foi observado em todos os genótipos para FDN, enquanto que para FDA este resultado foi verificado apenas no genótipo Mott. Similarmente, entre as épocas do ano, mais componentes fibrosos foram encontrados no tratamento não irrigado na época chuvosa do ano.

Houve um aumento de 19% na DIVMS do Mott, quando comparado aos demais genótipos, exceto no tratamento não irrigado na época seca, que não houve diferença entre o Mott e o Taiwan A-146 2.37 e diferiram entre o Elefante B e IRI 381 que por sua vez, não diferiram entre si.

Tabela 3. Interação irrigação x genótipo x período do ano para valor nutritivo ($g\ kg^{-1}\ MS$) das lâminas foliares de genótipos de *Pennisetum purpureum*, irrigado e não irrigado, nos períodos chuvoso e seco de 2017 e 2018.

Genótipo	Chuva		Seca		EPM
	Irrigado	Não irrigado	Irrigado	Não irrigado	
<i>PB (g kg⁻¹ MS)</i>					
Mott	94,60 Aaa	87,61 Aaβ	89,02 Baa	140,29 Aaa	3,18
Taiwan A-146 2.37	85,86 Aaba	82,42 Aabβ	83,05 Babα	109,25 Abα	
Elefante B	72,64 Abα	75,84 Abβ	78,40 Bba	106,71 Abα	
IRI 381	73,03 Abα	75,14 Abβ	79,26 Bba	96,13 Abα	
<i>FDN (g kg⁻¹ MS)</i>					
Mott	609,12 Abα	600,23 Abα	609,65 Abα	536,68 Bbβ	8,50
Taiwan A-146 2.37	682,48 Aaa	687,71 Aaa	686,74 Aaa	625,94 Baβ	
Elefante B	684,39 Aaa	696,58 Aaa	685,46 Aaa	612,19 Baβ	
IRI 381	696,49 Aaa	670,23 Aaa	689,69 Aaa	611,01 Baβ	
<i>FDA (g kg⁻¹ MS)</i>					
Mott	297,16 Abα	295,70 Abα	309,86 Abα	279,87 Bbβ	3,57
Taiwan A-146 2.37	320,24 Aaa	337,74 Aaa	337,99 Aaa	336,26 Aaa	
Elefante B	331,38 Aaa	347,62 Aaa	349,81 Aaa	331,65 Aaa	
IRI 381	345,39 Aaa	357,24 Aaa	323,63 Aaba	324,14 Aaβ	
<i>DIVMS (g kg⁻¹ MS)</i>					
Mott	658,31 Aaa	697,23 Aaβ	685,91 Baa	725,97 Aaa	20,70
Taiwan A-146 2.37	595,29 Abα	552,51 Abβ	593,33 Bba	695,23 Aaa	
Elefante B	542,15 Abα	547,50 Abβ	536,69 Bba	609,81 Abα	
IRI 381	563,00 Abα	522,24 Abβ	554,90 Bba	619,40 Abα	

EPM – Erro padrão da média. Letras minúsculas diferentes na coluna diferem entre os genótipos, letras maiúsculas diferentes na linha diferem entre irrigado e não irrigado, letras gregas diferentes na linha diferem entre os períodos do ano dentro do tratamento irrigado ou não irrigado de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Apenas na época seca do ano houve diferença significativa na DIVMS de lâminas foliares entre a presença e ausência de irrigação. Maiores valores foram obtidos no tratamento não irrigado, em todos os genótipos avaliados. Resultado similar foi obtido em relação aos períodos do ano, onde esta variável no período seco foi significativamente ($P \leq 0,05$) maior na ausência de irrigação.

Houve interação significativa ($P \leq 0,05$) entre genótipo x irrigação para o teor de lignina de lâminas foliares (Figura 5), sendo observado que para todos os genótipos o uso da irrigação resultou em plantas com maiores teores de lignina, o que representa uma diferença de 30% entre a presença e ausência de irrigação. Dentre os genótipos, o Mott apresentou menor teor de lignina que os genótipos de porte alto e o Taiwan A-146 2.37 não diferiu de todos os outros genótipos.

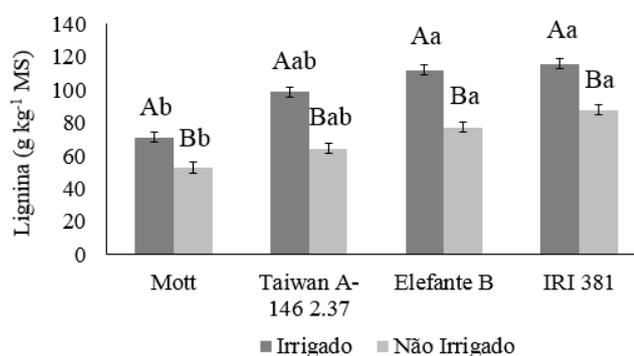


Figura 5. Lignina (g kg^{-1} MS) das lâminas foliares de genótipos de *Pennisetum purpureum*, irrigado e não irrigado, nos períodos chuvoso e seco de 2017 e 2018, afetado pela interação genótipo x irrigação ($P = 0,0377$). Letras maiúsculas comparam entre o irrigado e não irrigado e as letras minúsculas entre os genótipos, de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.

Dentre os genótipos, maiores teores de FDN foram verificados nos colmos do Elefante B ($720,67 \text{ g kg}^{-1}$ MS) e IRI 381 ($709,26 \text{ g kg}^{-1}$ MS), seguido do Taiwan A-146 2.37 com $693,14 \text{ g kg}^{-1}$ MS e por último o Mott com $633,46 \text{ g kg}^{-1}$ MS.

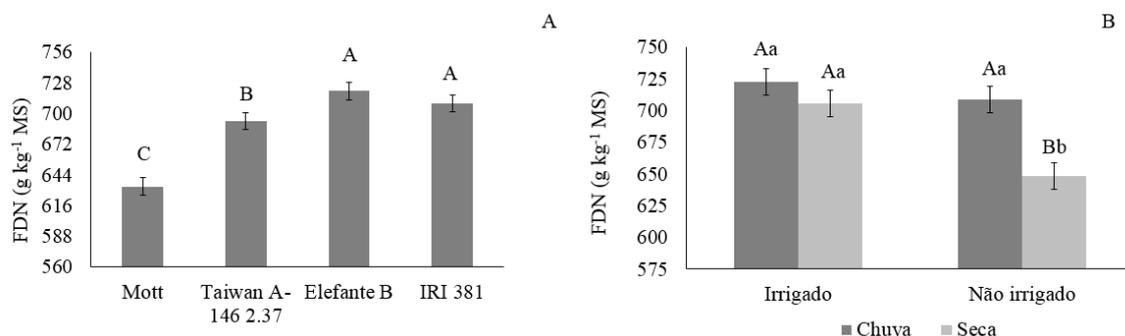


Figura 6. FDN (g kg^{-1} MS) dos colmos de genótipos de *Pennisetum purpureum*, irrigado e não irrigado, nos períodos chuvoso e seco de 2017 e 2018, afetado por (A) genótipos ($P = 0,0001$); (B) interação irrigação x período do ano ($P = 0,0001$). Letras maiúsculas comparam entre os genótipos e os períodos do ano e as letras minúsculas entre o irrigado e não irrigado, de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.

Maiores teores de FDN foram observados nos colmos de capim-elefante (Figura 6B) no período seco no tratamento irrigado, e menor DIVMS (Figura 7A). Quanto aos períodos do ano, houve diferença significativa no tratamento não irrigado, com maiores teores de componentes fibrosos ($709,16 \text{ g kg}^{-1}$ MS) e menores DIVMS ($377,94 \text{ g kg}^{-1}$ MS) na época chuvosa, quando comparado ao período seco (FDN – $648,63 \text{ g kg}^{-1}$ MS; DIVMS – $410,82 \text{ g kg}^{-1}$ MS).

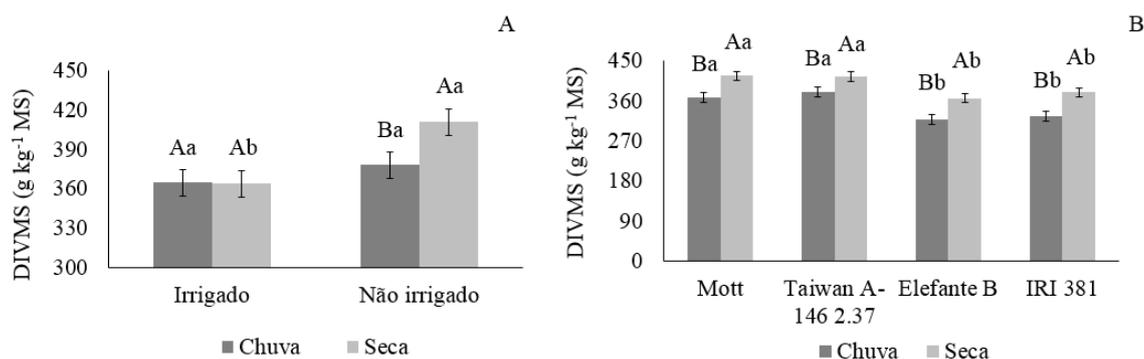


Figura 7. DIVMS (g kg^{-1} MS) dos colmos de genótipos de *Pennisetum purpureum*, irrigado e não irrigado, nos períodos chuvoso e seco de 2017 e 2018, afetado pela interação (A) irrigação x período do ano ($P = 0,0002$); (B) interação genótipo x período do ano ($P = 0,0001$). Letras maiúsculas comparam entre os períodos do ano e as letras minúsculas entre o irrigado e não irrigado e os genótipos, de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.

Houve diminuição média de 12% na digestibilidade *in vitro* da matéria seca em todos os genótipos avaliados no período chuvoso do ano, em relação ao período seco

(Figura 7B). Quanto aos genótipos, os de porte baixo não diferiram entre si e expressaram maiores resultados para esta variável.

Maiores teores de PB foram verificados para o Mott que diferiu dos demais genótipos, exceto para o tratamento não irrigado na época seca, em que a PB do Mott não diferiu ($P \leq 0,05$) do teor que foi encontrado no genótipo Taiwan A-146 2.37, que por sua vez foi significativamente maior ao resultado registrado para os genótipos Elefante B (51,79 g kg⁻¹ MS) e IRI 381 (52,00 g kg⁻¹ MS). Além disso, maiores teores ($P \leq 0,05$) de PB também foram verificados no tratamento não irrigado no período seco para todos os genótipos avaliados (Tabela 4).

Para a FDA e lignina da fração colmo, menores concentrações destes componentes foram observadas para o Mott, que diferiu significativamente ($P \leq 0,05$) dos demais genótipos. Diferenças entre os tratamentos irrigado e não irrigado foram observadas apenas no período seco do ano, com maiores teores de FDA e lignina no tratamento com presença de irrigação, comportamento similar foi observado entre os períodos do ano para o tratamento não irrigado.

Tabela 4. Interação irrigação x genótipo x período do ano para os componentes químico-bromatológicos (g kg⁻¹ MS) dos colmos de genótipos de *Pennisetum purpureum*, irrigado e não irrigado, nos períodos chuvoso e seco de 2017 e 2018.

Genótipo	Chuva		Seca		EPM
	Irrigado	Não irrigado	Irrigado	Não irrigado	
<i>PB (g kg⁻¹ MS)</i>					
Mott	52,71 Aaα	49,50 Aaβ	55,14 Baα	68,57 Aaα	1,92
Taiwan A-146 2.37	40,19 Abα	40,21 Abβ	47,00 Bbα	67,00 Aaα	
Elefante B	43,12 Abα	40,60 Abβ	42,20 Bbα	51,79 Abα	
IRI 381	37,23 Aca	32,22 Acβ	35,63 Bca	52,00 Abα	
<i>FDA (g kg⁻¹ MS)</i>					
Mott	367,19 Abα	359,47 Abα	376,69 Abα	308,15 Bbβ	9,91
Taiwan A-146 2.37	432,53 Aaα	422,51 Aaα	426,83 Aaα	361,64 Baβ	
Elefante B	414,64 Aaα	401,40 Aaα	416,39 Aaα	353,17 Baβ	
IRI 381	448,45 Aaα	434,07 Aaα	442,65 Aaα	375,56 Baβ	
<i>Lignina (g kg⁻¹ MS)</i>					
Mott	112,03 Abα	119,58 Abα	118,75 Abα	99,44 Bbβ	8,82
Taiwan A-146 2.37	146,50 Aaα	145,74 Aaα	147,46 Aaα	125,10 Baβ	
Elefante B	144,74 Aaα	146,92 Aaα	132,46 Aaα	121,73 Baβ	
IRI 381	144,13 Aaα	141,20 Aaα	142,93 Aaα	129,39 Baβ	

EPM – Erro padrão da média. Letras minúsculas diferentes na coluna diferem entre os genótipos, letras maiúsculas diferentes na linha diferem entre irrigado e não irrigado, letras gregas diferentes na linha diferem entre os períodos do ano dentro do tratamento irrigado ou não irrigado de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Fracionamento de proteína

Houve efeito significativo ($P \leq 0,05$) para a interação irrigação x genótipos x período do ano para todas as variáveis avaliadas (Tabela 5) no fracionamento de proteína das lâminas foliares e colmos de Capim-elefante

As lâminas foliares do genótipo Mott se sobressaiu com maior proporção da fração A dos compostos nitrogenados, porém não diferiu do Taiwan A-146 2.37, que por sua vez não diferiu dos genótipos de porte alto no tratamento irrigado do período chuvoso. O mesmo comportamento aconteceu para o tratamento irrigado e não irrigado no período seco.

No tratamento não irrigado no período chuvoso, os genótipos de porte alto não diferiram significativamente ($P \geq 0,05$) entre si, mas foram diferentes estatisticamente do genótipo Mott (16,65 %) e do Taiwan A-146 2.37 (12,33 %), que diferiram entre si, e apresentaram maiores valores para a fração solúvel da proteína, em relação ao Elefante B e IRI 381.

Houve significância entre o tratamento irrigado e não irrigado, apenas no período seco, onde obtiveram-se no tratamento não irrigado maiores valores para nitrogênio solúvel. E dentre os períodos do ano, observou-se diferença estatística entre o período chuvoso e seco no tratamento em que não tinha irrigação, obtendo-se maiores valores no período seco, em todos os genótipos avaliados.

Apenas para o genótipo Elefante B, houve diferença significativa ($P \leq 0,05$) entre a presença (55,61 %) e ausência de irrigação (59,24 %) no período seco do ano, para a fração B1+B2 (Tabela 5) (fração rapidamente degradada no rúmen + fração de degradação intermediária). Além disso, entre os períodos do ano, na ausência de irrigação para o genótipo Mott e Elefante B esta variável foi 8% maior no período seco do ano.

Menor proporção da fração B3 (fração lentamente degradada no rúmen) foi observada nas lâminas foliares do Mott, nos tratamentos irrigado e não irrigado e também nas duas épocas do ano. O genótipo Taiwan A-146 2.37 na época chuvosa não diferiu significativamente ($P \geq 0,05$) do Mott e dos genótipos de porte alto, porém na época seca não houve diferença significativa entre os genótipos de porte alto.

Tabela 5. Interação irrigação x genótipo x período do ano para fracionamento de proteína (% PB) das lâminas foliares de genótipos de *Pennisetum purpureum*, irrigado e não irrigado, nos períodos chuvoso e seco de 2017 e 2018.

Genótipo	Chuva		Seca		EPM
	Irrigado	Não irrigado	Irrigado	Não irrigado	
<i>A (% PB)</i>					
Mott	15,67 Aaα	16,65 Aaβ	16,14 Baα	19,67 Aaα	2,08
Taiwan A-146 2.37	12,85 Aabα	12,33 Abβ	11,78 Babα	16,48 Aabα	
Elefante B	9,98 Abα	8,66 Acβ	8,74 Bba	12,11 Abα	
IRI 381	9,55 Abα	7,18 Acβ	8,32 Bba	13,88 Abα	
<i>BI+B2 (% PB)</i>					
Mott	57,89 Aaα	56,23 Aaβ	58,76 Aaα	60,10 Aaα	3,41
Taiwan A-146 2.37	56,76 Aaα	56,72 Aaα	57,93 Aaα	55,15 Aaα	
Elefante B	53,52 Aaα	54,29 Aaβ	55,61 Baα	59,24 Aaα	
IRI 381	54,08 Aaα	56,12 Aaα	55,38 Aaα	56,54 Aaα	
<i>B3 (%PB)</i>					
Mott	20,66 Abα	22,02 Abα	19,93 Abα	16,59 Bbβ	2,84
Taiwan A-146 2.37	24,69 Aabα	25,33 Aabα	24,67 Aaα	24,58 Aaα	
Elefante B	27,59 Aaα	28,65 Aaα	26,89 Aaα	22,46 Baβ	
IRI 381	27,53 Aaα	27,70 Aaα	27,46 Aaα	23,46 Baβ	
<i>C (% PB)</i>					
Mott	5,76 Abα	5,08 Abα	5,15 Abα	3,62 Bbβ	1,81
Taiwan A-146 2.37	5,69 Abα	5,61 Abα	5,60 Abα	3,78 Bbβ	
Elefante B	8,90 Aaα	8,38 Aaα	8,76 Aaα	6,18 Baβ	
IRI 381	8,83 Aaα	8,98 Aaα	8,84 Aaα	6,11 Baβ	

EPM – Erro padrão da média. Letras minúsculas diferentes na coluna diferem entre os genótipos, letras maiúsculas diferentes na linha diferem entre irrigado e não irrigado, letras gregas diferentes na linha diferem entre os períodos do ano dentro do tratamento irrigado ou não irrigado de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Houve diferença significativa apenas no período seco entre a presença e ausência de irrigação, da mesma forma aconteceu entre os períodos do ano, ou seja, houve diferença significativa entre as médias dos períodos do ano, quando não houve presença de irrigação, exceto para o genótipo Taiwan A-146 2.37.

Os genótipos de porte alto apresentaram em média 38% mais fração C, do que os genótipos de porte baixo, tanto no tratamento irrigado, como não irrigado.

Entre o tratamento irrigado e não irrigado, observou-se menos compostos nitrogenados presentes na fração C, no tratamento não irrigado. Entre os períodos do ano, verificou-se que menores proporções da fração nitrogenada indigestível são acumuladas no período seco.

Na fração colmo, não observou-se diferença significativa para a fração A dos compostos nitrogenados entre os genótipos avaliados, em todos os tratamentos (Tabela 6), e nas épocas do ano. Houve diferença significativa ($P \leq 0,05$) na época seca, entre as médias obtidas nos tratamentos irrigado (9,95 %) e não irrigado (14,45 %), comportamento similar foi observado entre a época chuvosa e seca na ausência de irrigação.

As proporções observadas da fração B1+B2 nos colmos dos genótipos de porte baixo (37,98 e 33,85 %, para Mott e Taiwan A-146 2.37) não diferiram ($P \geq 0,05$) entre si, mas diferiram ($P \leq 0,05$) dos genótipos de porte alto (26,05 e 27,78 %, para Elefante B e IRI 381), que por sua vez não diferiram entre si.

Tabela 6. Interação irrigação x genótipo x período do ano para fracionamento de proteína (% PB) dos colmos de genótipos de *Pennisetum purpureum*, irrigado e não irrigado, nos períodos chuvoso e seco de 2017 e 2018.

Genótipo	Chuva		Seca		EPM
	Irrigado	Não irrigado	Irrigado	Não irrigado	
<i>A (% PB)</i>					
Mott	11,29 Aaα	11,50 Aaβ	11,08 Baα	15,23 Aaα	1,72
Taiwan A-146 2.37	11,67 Aaα	10,95 Aaβ	10,78 Baα	15,95 Aaα	
Elefante B	8,39 Aaα	7,50 Aaβ	9,16 Baα	12,98 Aaα	
IRI 381	10,58 Aaα	9,53 Aaβ	8,81 Baα	13,67 Aaα	
<i>B1+B2 (% PB)</i>					
Mott	36,44 Aaα	35,67 Aaβ	35,62 Baα	44,21 Aaα	2,17
Taiwan A-146 2.37	30,02 Aaα	28,65 Aaβ	34,51 Baα	42,25 Aaα	
Elefante B	23,43 Abα	23,17 Abβ	21,98 Bbα	35,64 Abα	
IRI 381	27,33 Abα	24,30 Abβ	25,34 Bbα	34,18 Abα	
<i>B3 (% PB)</i>					
Mott	40,63 Abα	42,80 Abα	42,11 Abα	33,19 Bbβ	3,79
Taiwan A-146 2.37	44,84 Abα	44,48 Abα	40,12 Abα	32,44 Bbα	
Elefante B	53,71 Aaα	54,37 Aaα	56,15 Aaα	39,24 Baβ	
IRI 381	51,23 Aaα	53,73 Aaα	51,25 Aaα	41,88 Baβ	
<i>C (% PB)</i>					
Mott	11,61 Aaα	10,01 Abα	11,18 Aaα	7,35 Bbβ	1,63
Taiwan A-146 2.37	13,45 Aaα	15,90 Aaα	14,57 Aaα	9,34 Babβ	
Elefante B	14,44 Aaα	14,94 Aaα	14,69 Aaα	10,12 Baβ	
IRI 381	14,85 Aaα	16,42 Aaα	14,57 Aaα	10,25 Baβ	

EPM – Erro padrão da média. Letras minúsculas diferentes na coluna diferem entre os genótipos, letras maiúsculas diferentes na linha diferem entre irrigado e não irrigado, letras gregas diferentes na linha diferem entre os períodos do ano dentro do tratamento irrigado ou não irrigado de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Maiores proporções da fração B1+B2 foram encontradas nos colmos do tratamento sem presença de irrigação, esta diferença representa em média 25%, em relação ao irrigado. Este mesmo comportamento foi observado entre os períodos do ano no tratamento não irrigado ($P \leq 0,05$), com maiores proporções desta fração dos compostos nitrogenados na época seca do ano. As médias obtidas para a fração B3 nos colmos dos genótipos de porte alto expressaram maior acúmulo desta fração, e em relação aos portes da planta, representa uma diferença de 21%.

O genótipo Mott apresentou menor acúmulo da fração C em seus colmos, no tratamento não irrigado na época chuvosa do ano. Quanto a este mesmo tratamento na época seca, o Mott também apresentou menores proporções desta fração em seus colmos, porém não diferiu do Taiwan A-146 2.37, que por sua vez não diferiu dos genótipos de porte alto.

Maiores teores de frações B3 e C foi evidenciado no tratamento irrigado, na época seca do ano. As épocas do ano demonstraram comportamento similar quando não houve presença da irrigação, ou seja, no período chuvoso estas frações foram significativamente maiores.

Fracionamento de carboidratos

Houve interação significativa ($P \leq 0,05$) entre irrigação x genótipos para todas as variáveis do fracionamento de carboidratos das lâminas foliares em genótipos de *Pennisetum purpureum* (Tabela 7).

O genótipo Mott apresentou maiores proporções da fração A+B1 (fração de rápida fermentação ruminal), tanto no tratamento irrigado, como no tratamento sem irrigação. Porém, em relação aos tratamentos irrigado e não irrigado, em todos os genótipos avaliados, as maiores concentrações dos carboidratos solúveis foram verificadas no tratamento não irrigado.

Foram observadas menores concentrações da fração B2 no genótipo Mott, com 45,49% dos carboidratos totais no tratamento irrigado. No tratamento não irrigado, os genótipos de porte baixo não diferiram entre si e apresentaram menores concentrações desta fração dos carboidratos, que representa em média 6%, em relação aos genótipos de porte alto, a qual o Taiwan A-146 2.37 também não diferiu.

Tabela 7. Interação genótipo x irrigação para fracionamento de carboidratos (% CHOT) das lâminas foliares de genótipos de *Pennisetum purpureum*, irrigado e não irrigado, nos períodos chuvoso e seco de 2017 e 2018.

Tratamentos	Mott	Taiwan A-146 2.37	Elefante B	IRI 381	EPM
	A+B1 (% CHOT)				
Irigado	39,60 Ba	33,40 Bb	34,04 Bb	36,54 Bb	2,70
Não irrigado	45,43 Aa	40,09 Ab	39,04 Ab	40,51 Ab	
B2 (% CHOT)					
Irigado	45,49 Ab	49,69 Aa	51,07 Aa	48,35 Aa	2,74
Não irrigado	42,77 Bb	42,62 Bab	46,53 Ba	45,54 Ba	
C (% CHOT)					
Irigado	14,90 Aa	16,89 Aa	15,87 Aa	16,10 Aa	1,29
Não irrigado	10,78 Ba	13,28 Ba	11,41 Ba	13,94 Ba	

EPM – Erro padrão da média. Letras maiúsculas na coluna comparam entre o irrigado e não irrigado e minúsculas na linha comparam entre os genótipos, de acordo com o procedimento PDIFP ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

A fração C (Tabela 7), que é a fração fibrosa indigestível, não diferiu entre os genótipos avaliados, porém entre a presença e ausência de irrigação esta variável aumentou em 20% quando houve presença de irrigação.

As frações de carboidratos nas lâminas foliares também apresentaram efeito significativo isolado dos períodos do ano ($P \leq 0,05$), onde verificou-se proporções de 33,93% e 45,70% para a fração solúvel de carboidratos, respectivamente, na época chuvosa e seca. Para a fração B2, na época chuvosa, foram verificadas maiores proporções de carboidratos de lenta degradação, o que representa uma diferença de 15% entre as épocas do ano (Figura 8).

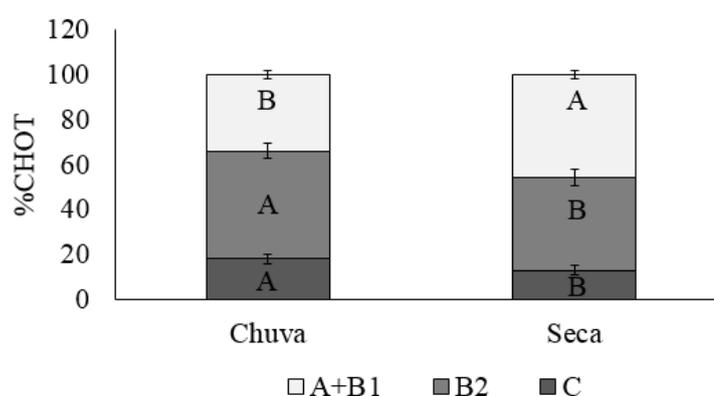


Figura 8. Efeito do período do ano sobre o fracionamento de carboidratos (% CHOT) das lâminas foliares de genótipos de *Pennisetum purpureum*, irrigado e não irrigado, nos períodos chuvoso e seco de 2017 e 2018. Letras maiúsculas comparam entre os períodos do ano dentro de cada fração avaliada, de acordo com o procedimento PDIFP ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.

Observou-se interação significativa ($P \leq 0,05$) entre genótipos x irrigação, para o fracionamento de carboidratos nos colmos de Capim-elefante (Figura 9). Onde observou-se que dentre todos os genótipos avaliados, o Mott diferiu dos demais, apresentando maiores proporções de carboidratos na fração A+B1, nos tratamentos com presença e ausência de irrigação. Na comparação entre presença e ausência de irrigação, para todos os genótipos no tratamento irrigado foram registradas menores proporções da fração solúvel dos carboidratos.

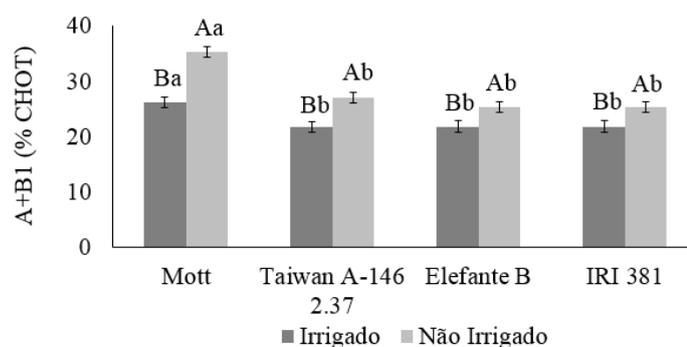


Figura 9. Fração A+B1 dos carboidratos (% CHOT) dos colmos de genótipos de *Pennisetum purpureum*, irrigado e não irrigado, nos períodos chuvoso e seco de 2017 e 2018 afetado pela interação genótipo x irrigação ($P = 0,0001$). Letras maiúsculas comparam entre o irrigado e não irrigado e as letras minúsculas entre os genótipos, de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.

Houve efeito significativo ($P \leq 0,05$) entre os períodos do ano sobre a fração de lenta degradação ruminal (B2) nos colmos (Figura 10A), sendo observado que na época seca houve menor acúmulo desta fração nos tecidos vegetais.

Na interação entre genótipos e irrigação (Figura 10B) ainda para a fração B2 dos carboidratos, foi verificado que esta fração dos carboidratos foi 16% maior no tratamento irrigado, em relação ao não irrigado. Os colmos dos genótipos de porte baixo expressaram menores proporções da fração de lenta degradação ruminal (B2) no tratamento irrigado, tal qual no tratamento não irrigado.

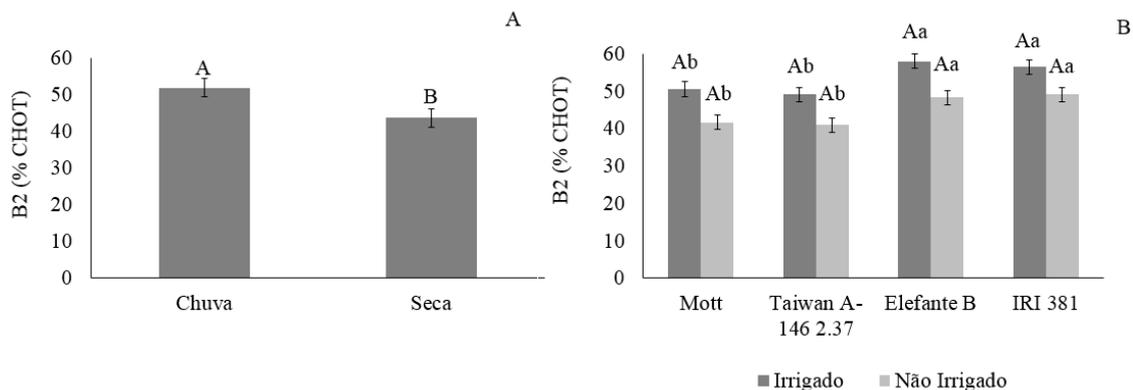


Figura 10. Fração B2 dos carboidratos (% CHOT) dos colmos de genótipos de *Pennisetum purpureum*, irrigado e não irrigado, nos períodos chuvoso e seco de 2017 e 2018 afetado pelo (A) período do ano ($P = 0,0001$); (B) interação genótipo x irrigação ($P = 0,0001$). Letras maiúsculas comparam entre o irrigado e não irrigado e as letras minúsculas entre os genótipos, de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.

Para a fração de fibra indisponível dos colmos, houve efeito significativo ($P \leq 0,05$) apenas para os fatores isolados genótipos e períodos do ano.

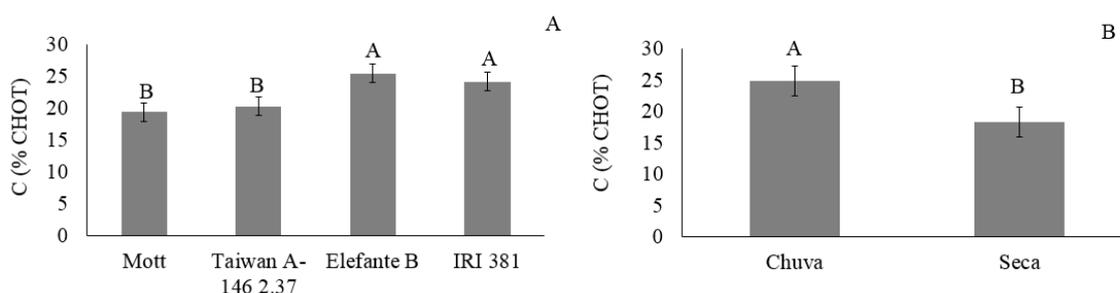


Figura 11. Fração C dos carboidratos (% CHOT) dos colmos de genótipos de *Pennisetum purpureum*, irrigado e não irrigado, nos períodos chuvoso e seco de 2017 e 2018 afetados pelos (A) genótipos ($P = 0,0001$); (B) período do ano ($P = 0,0056$). Letras maiúsculas comparam entre os genótipos e períodos do ano, de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.

No que se refere aos genótipos (Figura 11A), verifica-se que os genótipos de porte baixo (19,39 e 20,30 %, respectivamente, para Mott e Taiwan A-146 2.37), acumularam menores proporções desta fração indigestível dos carboidratos, em comparação com os genótipos de porte alto (25,49 e 24,21%, respectivamente para Elefante B e IRI 381).

O período chuvoso do ano resultou em plantas com acúmulo de 26% mais fração indigestível dos carboidratos, em comparação com o período seco (Figura 11B).

Produção de gás *in vitro*

O volume de gás produzido pela degradação dos carboidratos não fibrosos (V_{f1}) nas lâminas foliares, foi afetado apenas pela irrigação ($P \leq 0,05$), e interação significativa ($P \leq 0,05$) entre genótipos x período do ano (Figura 12).

O volume de gás produzido pela fermentação dos carboidratos não fibrosos foi 4% maior nas lâminas foliares do tratamento irrigado (Figura 12A). Houve diferença significativa ($P \leq 0,05$) entre os períodos do ano para todos os genótipos e foi observado um aumento de 11% nos valores desta variável no período chuvoso do ano (Figura 12B).

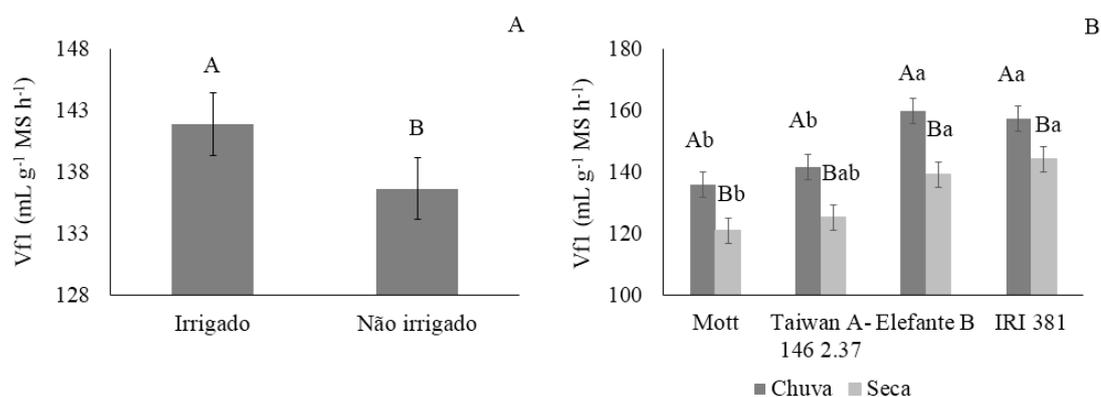


Figura 12. Volume de gás produzido pela degradação dos carboidratos não fibrosos (V_{f1}) ($\text{mL g}^{-1} \text{MS h}^{-1}$) das lâminas foliares de genótipos de *Pennisetum purpureum*, irrigado e não irrigado, nos períodos chuvoso e seco de 2017 e 2018 afetado pela (A) irrigação ($P = 0,0158$); (B) interação genótipo x período do ano ($P = 0,0018$). Letras maiúsculas comparam entre os períodos do ano e as letras minúsculas entre os genótipos, de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.

Dentre os genótipos, observou-se no período chuvoso, respectivamente, que Mott e Taiwan A-146 2.37 ($135,91$ e $141,46 \text{ mL g}^{-1} \text{MS h}^{-1}$) apresentaram menores valores para o volume de gás produzido pela fermentação da fração A+B1 dos carboidratos. No período seco, o genótipo Mott continuou com o menor valor para esta variável ($120,92 \text{ mL g}^{-1} \text{MS h}^{-1}$), o Taiwan A-146 2.37 não diferiu significativamente do Mott e do Elefante B, e este por sua vez não diferiu do IRI 381.

Foi verificado maiores volumes de gás produzido pela degradação dos carboidratos não fibrosos (V_{f1}), nos colmos coletados no período chuvoso do ano e nos genótipos de porte alto (Figura 13).

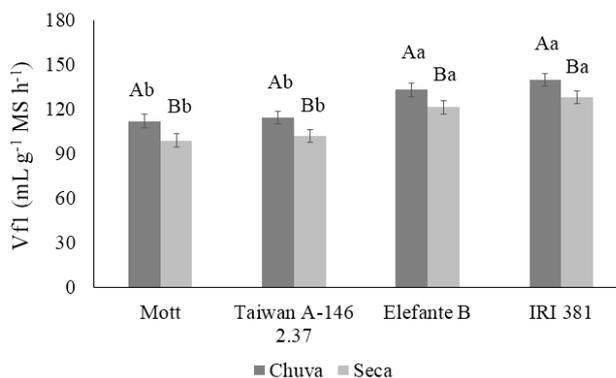


Figura 13. Volume de gás produzido pela degradação dos carboidratos não fibrosos (Vf1) ($\text{mL g}^{-1} \text{MS h}^{-1}$) dos colmos de genótipos de *Pennisetum purpureum*, irrigado e não irrigado, nos períodos chuvoso e seco de 2017 e 2018 afetado pela interação genótipo x período do ano ($P = 0,0001$). Letras maiúsculas comparam entre os períodos do ano e as letras minúsculas entre os genótipos, de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos irrigado e não irrigado e entre os períodos do ano para a taxa de degradação dos carboidratos não fibrosos (K1) nas lâminas foliares. Em relação aos genótipos na interação genótipos x irrigação e genótipos x períodos do ano (Figura 14A), observou-se nos genótipos de porte alto menor taxa de degradação dos carboidratos não fibrosos. Além disso, o Taiwan A-146 2.37 não diferiu do Mott e dos dois genótipos de porte alto avaliados, que apresentaram menores taxas de degradação dos carboidratos não fibrosos, nos períodos chuvoso e seco do ano (Figura 14B).

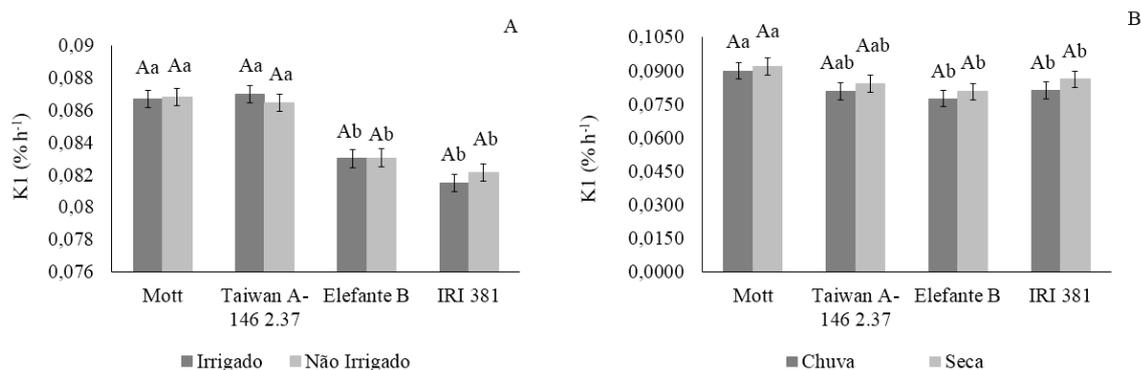


Figura 14. Taxa de degradação dos carboidratos não fibrosos (K1) ($\% \text{h}^{-1}$) das lâminas foliares de genótipos de *Pennisetum purpureum*, irrigado e não irrigado, nos períodos chuvoso e seco de 2017 e 2018 afetado pela interação (A) genótipo x irrigação ($P = 0,031$); (B) genótipo x período do ano ($P = 0,0003$). Letras maiúsculas comparam entre o irrigado e não irrigado e os períodos do ano e as letras minúsculas entre os genótipos, de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.

Em relação à taxa de degradação dos carboidratos não fibrosos (K1) para a fração colmo, não foi verificada significância ($P \geq 0,05$) para nenhum dos fatores testados e nem interação entre os fatores.

O lag time das lâminas foliares (Figura 15) do tratamento irrigado variou de 7,03 à 6,32 h, que representa valores 7% acima do lag time obtido no tratamento sem irrigação, que variou de 6,78 à 5,96 h. Quanto aos genótipos, no tratamento irrigado e não irrigado, respectivamente, o lag time foi menor para os genótipos Mott (6,32 e 5,96 h), seguido pelo Taiwan A-146 2.37 (6,40 e 6,29 h), que no tratamento irrigado não diferiu do Elefante B e Mott e no período seco não diferiu dos dois genótipos de porte alto e do Mott.

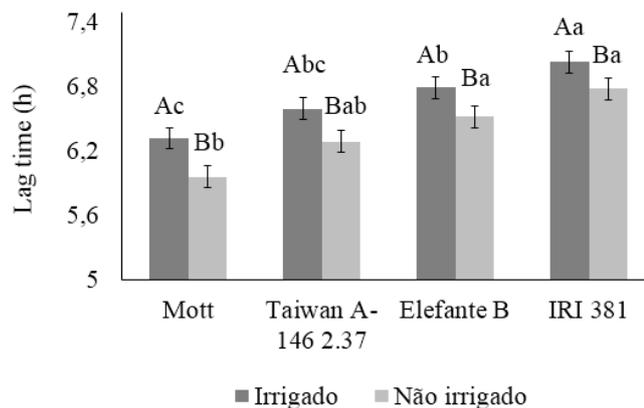


Figura 15. Lag time (h) das lâminas foliares de genótipos de *Pennisetum purpureum*, irrigado e não irrigado, nos períodos chuvoso e seco de 2017 e 2018 afetado pela interação genótipo x irrigação ($P = 0,0453$). Letras maiúsculas comparam entre o irrigado e não irrigado e as letras minúsculas entre os genótipos, de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.

Maiores lag time na fração colmo de todos os genótipos avaliados foram verificados no tratamento irrigado. E dentre os genótipos esta variável foi maior para o Elefante B e IRI 381 nos tratamentos com presença e ausência de irrigação (Figura 16).

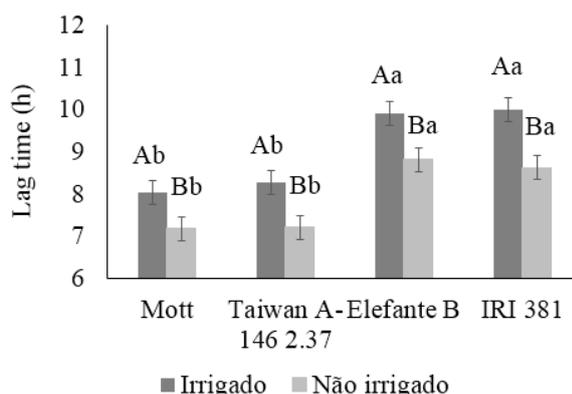


Figura 16. Lag time (h) dos colmos de genótipos de *Pennisetum purpureum*, irrigado e não irrigado, nos períodos chuvoso e seco de 2017 e 2018 afetado pela interação genótipo x irrigação ($P = 0,0077$). Letras maiúsculas comparam entre o irrigado e não e as letras minúsculas entre os genótipos, de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.

Na interação irrigação x genótipos (Figura 17), para o volume de gás produzido através da fermentação dos carboidratos fibrosos (Vf2) nas lâminas foliares, valores significativamente maiores para todos os genótipos do tratamento irrigado, e este aumento representou em média 5% em relação ao volume observado no tratamento não irrigado.

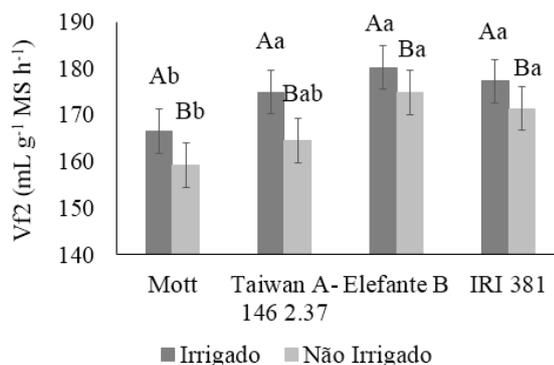


Figura 17. Volume de gás produzido pela degradação dos carboidratos fibrosos (Vf2) ($\text{mL g}^{-1} \text{MS h}^{-1}$) das lâminas foliares de genótipos de *Pennisetum purpureum*, irrigado e não irrigado, nos períodos chuvoso e seco de 2017 e 2018 afetado pela interação genótipo x irrigação ($P = 0,0033$). Letras maiúsculas comparam entre o irrigado e não irrigado e as letras minúsculas entre os genótipos, de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.

Em relação aos genótipos, o volume de gás produzido pela fermentação da fração B2 e C dos carboidratos (Figura 17), no tratamento irrigado foi de 180,29 e 177,31 $\text{mL g}^{-1} \text{MS h}^{-1}$, respectivamente, para o Elefante B e IRI 381 e 174,98 $\text{mL g}^{-1} \text{MS h}^{-1}$ para o Taiwan A-146 2.37, que não diferiu dos genótipos de porte alto, seguido do Mott com

166,57 mL g⁻¹ MS h⁻¹ de gás. Este mesmo comportamento foi verificado no tratamento não irrigado.

Para a variável produção de gás total (Vt), observou-se na interação entre irrigação x período do ano (Figura 18A) que o tratamento irrigado e não irrigado diferiu significativamente ($P \leq 0,05$) apenas no período seco do ano. Dentre os períodos do ano, no tratamento com ausência de irrigação o volume total de gás produzido foi maior no período chuvoso do ano. Esta variável é proporcional à produção de gás dos carboidratos fibrosos (Figura 17). Além disso, no período chuvoso do ano verificou-se maior produção de gás total nos genótipos de porte alto e no Taiwan A-146 2.37 que não diferiram entre si (Figura 18B). No período seco do ano os genótipos de porte alto produziram significativamente 5% mais gás, em relação aos genótipos de porte baixo.

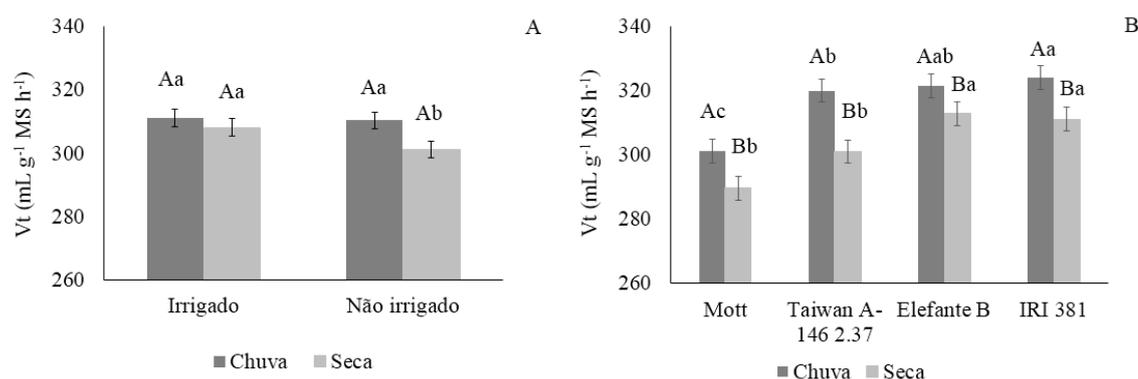


Figura 18. Produção total de gás (Vt) (mL g⁻¹ MS h⁻¹) das lâminas foliares de genótipos de *Pennisetum purpureum*, irrigado e não irrigado, nos períodos chuvoso e seco de 2017 e 2018 afetado pela interação (A) irrigação x período do ano ($P = 0,0238$); (B) genótipo x período do ano ($P = 0,0019$). Letras maiúsculas comparam entre os períodos do ano e as letras minúsculas entre o irrigado e não irrigado e os genótipos de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.

Houve interação entre irrigação x genótipos x período do ano (Tabela 8), para volume de gás produzido pela degradação dos carboidratos fibrosos (Vf2) e produção de gás total (Vt) na fração colmo. Verificou-se que os genótipos de porte baixo produziram 9% menos gás quando da degradação dos carboidratos fibrosos do colmo, independente da presença e ausência de irrigação e do período do ano. Para a produção total de gás, foram registrados menores volumes para o genótipo Mott.

Para as duas variáveis avaliadas (Tabela 8), não houve diferença significativa ($P \geq 0,05$) entre presença e ausência de irrigação no período chuvoso, porém no período seco maiores produções de gás foram registradas no tratamento irrigado. Além disso, foram

registrados maiores volumes de gás advindos da degradação dos carboidratos não fibrosos e produção total de gás no período chuvoso do ano, apenas no tratamento não irrigado.

Tabela 8. Interação irrigação x genótipo x período do ano para volume de gás produzido pela degradação dos carboidratos fibrosos (Vf2) ($P = 0,0003$) e produção total de gás (Vt) ($P = 0,0058$) dos colmos de genótipos de *Pennisetum purpureum*, irrigado e não irrigado, nos períodos chuvoso e seco de 2017 e 2018.

Genótipo	Chuva		Seca		EPM
	Irrigado	Não irrigado	Irrigado	Não irrigado	
<i>Vf2</i>					
Mott	203,6 Ab α	198,16 Ab α	198,50 Ab α	189,21 Bb β	7,2
Taiwan A-146 2.37	205,7 Ab α	206,58 Ab α	201,49 Ab α	189,88 Bb β	
Elefante B	215,25 Aa β	219,99 Aa α	230,82 Aa α	210,73 Ba β	
IRI 381	213,06 Aa α	215,93 Aa α	221,61 Aa α	207,44 Ba β	
<i>Vt</i>					
Mott	307,5 Ab α	310,98 Ab α	312,50 Ab α	298,65 Bb β	5,5
Taiwan A-146 2.37	320,31 Aa α	324,45 Aa α	325,98 Aa α	309,92 Ba β	
Elefante B	328,14 Aa α	323,75 Aa α	331,84 Aa α	311,04 Ba β	
IRI 381	327,34 Aa α	322,54 Aa α	327,00 Aa α	307,4 Ba β	

EPM – Erro padrão da média. Letras minúsculas diferentes na coluna diferem entre os genótipos, letras maiúsculas diferentes na linha diferem entre irrigado e não irrigado, letras gregas diferentes na linha diferem entre os períodos do ano dentro do tratamento irrigado ou não irrigado de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Não foi verificada significância ($P \geq 0,05$) para nenhum dos fatores testados e nem interações entre os fatores para a taxa de degradação dos carboidratos fibrosos (K2) nas lâminas foliares. Na fração colmo, houveram interações significativas ($P \leq 0,05$) entre irrigação x período do ano e genótipos x período do ano. Observou-se que os períodos do ano não diferiram com presença de irrigação, porém no tratamento não irrigado a taxa de degradação no período seco foi 7% maior em relação ao período chuvoso (Figura 19A).

Na interação genótipos x período do ano (Figura 19B), verificou-se no período seco maior taxa de degradação dos carboidratos não fibrosos no genótipo Mott, seguido pelo Taiwan A-146 2.37 que não diferiu deste e dos genótipos de porte alto. No período chuvoso não houve diferença significativa entre os genótipos avaliados. Quanto aos períodos do ano, o período chuvoso proporcionou significativa redução no valor desta variável.

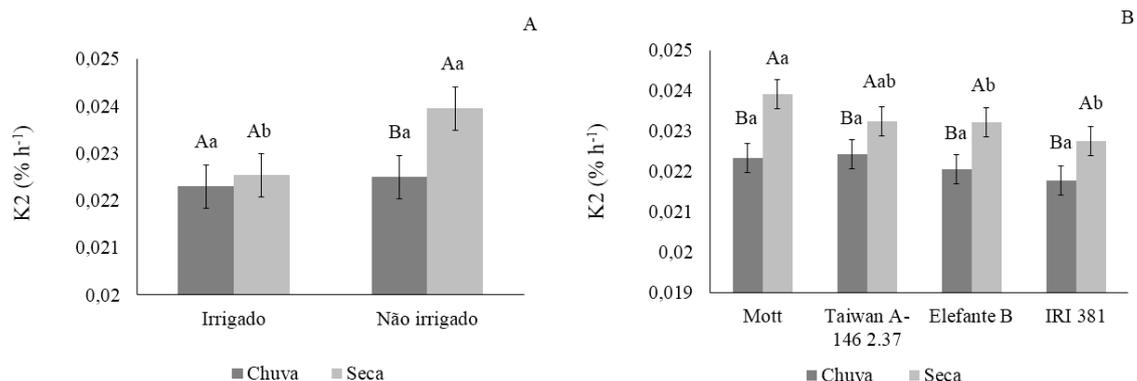


Figura 19. Taxa de degradação dos carboidratos fibrosos (K2) (% h⁻¹) dos colmos de genótipos de *Pennisetum purpureum*, irrigado e não irrigado, nos períodos chuvoso e seco de 2017 e 2018 afetado pela interação (A) irrigação x período do ano ($P = 0,0042$); (B) genótipo x período do ano ($P = 0,0001$). Letras maiúsculas comparam entre os períodos do ano e as letras minúsculas entre o irrigado e não irrigado e os genótipos, de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.

DISCUSSÃO

Valor nutritivo

A ausência de efeito da irrigação no período chuvoso do ano para as variáveis estudadas é explicada em função do volume de precipitação (Figura 2) observado durante o período experimental, durante os dois anos de avaliação, tal efeito estimulou o desenvolvimento dos genótipos em ambos os tratamentos. Resultado semelhante foi observado por Cóser et al. (2008), trabalhando com Capim-elefante Napier nos períodos de janeiro à dezembro de 2004, 2005 e 2006.

Os altos teores de matéria seca (Figura 3) observadas nas lâminas foliares e colmos do genótipo Taiwan A-146 2.37, é considerado incomum em Capim-elefante, no entanto, pode ser explicada em função da herança genética do progenitor masculino, o cultivar Taiwan A-146. Genótipos obtidos a partir do cruzamento de cultivares com o Taiwan A-146 têm gerado progênes com elevados teores de matéria seca, como observado por Cunha et al. (2011). Além disso, estes teores de matéria seca no genótipo Taiwan A-146 2.37, aliada aos teores de carboidratos não fibrosos (Figura 9) indicam valores próximos aos ideais para uma silagem de boa qualidade (Basso et al., 2012).

A diminuição observada nos teores de proteína bruta, e digestibilidade *in vitro* da matéria seca das lâminas foliares e dos colmos obtidos quando houve maior suprimento hídrico (Tabelas 3 e 4 e Figuras 5, 6 e 7), mostra que a idade cronológica vegetal difere da idade fisiológica, explicado através da influência da água no aumento das taxas de crescimento e desenvolvimento do Capim-elefante, que decorre de mudanças nas características estruturais dos perfilhos, resultando em maior produção, tamanho de lâminas foliares, alongamento de colmos e para isto, conseqüentemente necessitam de maiores proporções de frações fibrosas para sustentação (Carvalho et al., 2018).

Silva et al. (2011) encontraram resultados similares quando avaliaram o valor nutritivo de lâminas foliares e colmos dos genótipos IRI-381 e Elefante B, com idade de 60 dias, sem irrigação, e observaram que não houve diferença significativa entre as médias obtidas para os genótipos, porém, entre as frações avaliadas, observou-se que as lâminas foliares foram superiores aos colmos em relação a qualidade.

Estes resultados mostram que a frequência de utilização de uma capineira irrigada pode ser maior e assim, promover o aumento do potencial de produção forrageira em uma propriedade, refletindo positivamente na produção animal. Além disso, os teores de proteína obtidos nas lâminas foliares em todos os tratamentos e períodos do ano foram além de 70g/kg de MS, valor mínimo exigido pelos microrganismos ruminais para não haver limitação na atividade microbiana, o que poderia comprometer a utilização dos substratos energéticos fibrosos potencialmente digestíveis (Van Soest et al., 1991).

A digestibilidade *in vitro* também é modificada em função do aumento da composição fibrosa. As lâminas foliares possuem maior digestibilidade que os colmos, Tsuzukibashi et al. (2016) explicam esta diferença em função de que os colmos contêm tecidos estruturais e condutores. Enquanto lâminas foliares contêm aparatos fotossintéticos, como por exemplo, uma grande proporção de células do mesófilo compostas apenas por parede celular primária de rápida degradação ruminal, além de maior área com células parenquimáticas compostas também apenas por parede celular primária e outras com parede celular secundária em função da idade da planta (Valente et al., 2016).

Em relação ao genótipo de porte baixo Taiwan A-146 2.37, quanto ao valor nutritivo, não diferiu dos genótipos de porte alto, tanto nas lâminas foliares como na fração colmo. Isto pode ser explicado provavelmente, devido à disposição espetada e

ereta das lâminas foliares (Silva et al., 2009) e rigidez desta fração da planta, quando comparada aos outros genótipos, o que faz com que esta parte da planta necessite de mais fibra para se manter nesta configuração.

Em relação aos colmos do Taiwan A-146 2.37, o valor nutritivo diferiu do Mott, mas não diferiu dos genótipos de porte alto devido a maior alongação desta fração da planta, quando comparado ao genótipo Mott. Cunha et al. (2011), mostrou estas diferenças, através da altura da planta.

A DIVMS do Taiwan A-146 2.37 não diferiu do Mott (Tabela 3), ambos de porte baixo, e diferiu dos genótipos de porte alto, que pode ser explicado, segundo Peixoto (2018), pela maior distância entre a epiderme e os feixes vasculares nos genótipos de porte baixo, ou seja, maior região parenquimática, que é mais facilmente digerida pelos microorganismos ruminais.

Fracionamento de proteína

A maior proporção de fração A dos compostos nitrogenados foi obtida nas lâminas foliares dos genótipos de porte baixo. Esta fração é considerada solúvel com rápida degradação ruminal (Sniffen et al., 1992) e sua presença em gramíneas está relacionada aos altos níveis de proteína bruta sob condições em que favoreça o melhor arranjo estrutural da parede celular, com menor concentração de fibra, e isto leva a melhores rendimentos dos animais e resulta em maior produção de leite, já que esta fração é importante para o uso dos microorganismos fermentadores de carboidratos, como fonte de nitrogênio prontamente disponível (Brandstetter et al., 2018).

A fração B1 + B2 foi encontrada em maiores quantidades nas lâminas foliares. Considerando o hábito dos animais de selecionar folhas, é importante que as frações A, B1 e B2 representem a maior proporção nesta parte da planta (Branco et al., 2012). No entanto, estas frações solúveis reduziram nas plantas cultivadas com maior suprimento de água, que proporcionou maior crescimento. Este resultado pode ser explicado segundo Velásquez et al. (2013), onde afirma que as gramíneas se desenvolvem às custas de carboidratos não-fibrosos, os componentes estruturais da parede celular se desenvolvem aumentando assim as frações fibrosas e reduzindo a proporção de nutrientes potencialmente digestíveis e comprometendo o valor nutritivo da forragem. Explicando assim, o melhor valor nutritivo da forragem obtida no tratamento sem

irrigação no período seco do ano (Tabela 5 e 6), quando as plantas apresentaram menor desenvolvimento e alongamento de colmos (Ribeiro, 2019).

Vale ressaltar que o uso da irrigação apresentou efeito positivo sobre a fração proteica B3 e C dos compostos nitrogenados (Tabela 6). Esta fração possui uma taxa de degradação muito lenta e está associada à parede celular da planta e lignina, e é altamente resistente ao ataque de enzimas de origem microbiana (Sniffen et al., 1992). Para o animal, este resultado reflete em menores produções, devido a redução da proporção dos nutrientes potencialmente digestíveis (Brandstetter et al., 2018).

Com estes resultados, sugere-se que plantas cultivadas sob tratamentos que favoreçam o crescimento possam ser colhidas mais cedo, aproveitando a forragem no ótimo do seu valor nutritivo, devido à precocidade do ciclo produtivo e maturidade das plantas, causado pela aceleração do metabolismo vegetal.

Fracionamento de carboidratos

Além do valor nutritivo, o fracionamento dos carboidratos e proteína também auxiliam em uma melhor compreensão para justificar as diferenças nos aspectos nutricionais de lâminas foliares e colmos de Capim-elefante.

A fração A+B1 dos carboidratos foram encontrados em maiores quantidades principalmente nas lâminas foliares, quando comparado à fração colmo (Tabela 7 e Figura 9). Esta fração foi encontrada em grandes quantidades também nas plantas submetidas ao tratamento sem irrigação e no período seco do ano, pois são carboidratos de rápida fermentação ruminal (Licitra et al., 1996).

Estes resultados podem ser explicados devido ao menor crescimento das plantas nas condições citadas e com isto menor o espessamento e alongamento celular e conseqüentemente, maior o conteúdo celular (Wilson e Mertens, 1995 e Jung e Allen, 1995). O teor desta fração de carboidratos contribui também para os maiores valores de DIVMS, por ser fonte primária de energia aos microrganismos ruminais para a multiplicação celular (Singh et al., 2012).

Os resultados desta pesquisa, estão de acordo com Alencar et al. (2009), que testaram diferentes lâminas de irrigação nas diferentes forrageiras (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés, *Panicum maximum* cv. Mombaça, *Panicum maximum* cv. Tanzânia, *Pennisetum purpureum* cv. Pioneiro, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Cynodon*

nlemfuensis L. cv. Estrela), e observaram que o maior acúmulo de nutrientes digestíveis se deu nas parcelas em condições de menor umidade do solo.

Ao contrário da fração A+B1, a fração B2 foi encontrada em maiores quantidades nas plantas submetidas ao tratamento irrigado, nas lâminas foliares dos genótipos de porte alto e Taiwan A-146 2.37 e no período chuvoso do ano (Tabela 7). O que pode ser associado as maiores quantidades de componentes fibrosos registradas, por se tratar de uma fração fibrosa de lenta degradação ruminal (Sniffen et al., 1992).

A fração C, encontrada em sua maior parte nos colmos (Figura 11), é explicada pelas concentrações de lignina, fração fibrosa indigestível. Esta fração representou uma média de 23% do total de carboidratos totais nos colmos, enquanto que nas lâminas foliares foi de 14% em relação às outras frações. Já a fração A+B1 representou uma média de 26% nos colmos e 40% nas lâminas foliares. Deve-se salientar que os colmos são ricos em feixes vasculares com diferentes proporções de anéis esclerenquimáticos ricos em lignina (Ferreira et al., 2010; Peixoto, 2018), fato esse que também contribui para a maior concentração da fração C nos colmos.

Forragens com altos conteúdos de FDN tem uma proporção maior da fração B2, e o aumento na fração C pode ser atribuído ao aumento da concentração de lignina. Além disso, vale mencionar que uma das informações mais importantes fornecidas pelo fracionamento de carboidratos é na avaliação do conteúdo da fração C, considerada indisponível no comportamento digestivo de ruminantes. O alto conteúdo deste componente pode resultar em menor fração de fibra potencialmente degradável (B2), além de inibir o consumo pelo efeito de preenchimento ruminal (Brandstetter et al., 2019).

Velásquez et al. (2010), avaliando o fracionamento de carboidratos de diferentes gramíneas tropicais, observaram que o crescimento das plantas no período chuvoso foi maior, com elevação da fração caule na massa de forragem total e consequentemente maiores concentrações de FDN, FDA, carboidratos fibrosos, fração C dos carboidratos e lignina.

O aumento da fração C e a redução das frações A + B1, implica na redução da disponibilidade de energia para os microrganismos que fermentam carboidratos fibrosos e não fibrosos, reduzindo a produção animal (Brandstetter et al., 2018).

Das et al. (2015) mencionam que dentre as forrageiras comuns para alimentação de ruminantes, o capim-napier foi um dos melhores alimentos do ponto de vista de fornecimento de carboidratos, ou seja, possui características nutritivas de um bom volumoso. Além disso, é importante salientar que a fibra presente nas gramíneas tropicais representa a maior parte dos carboidratos totais do pasto ou capineira (Brandstetter et al., 2019).

Produção de gás *in vitro*

Os menores volumes de gás produzidos pela degradação dos carboidratos não fibrosos observados nas lâminas foliares no tratamento não irrigado, no período seco do ano e nos genótipos de porte baixo (Figura 12). Pode ter sido ocasionado pela fermentação da proteína solúvel, presente em maior quantidade, que leva à geração de amônia como principal metabólito e influencia no equilíbrio do tampão bicarbonato, por capturar íons H^+ e suprimir a liberação de CO_2 . Cada mmol de amônia produzida impede a liberação de 0,87 mmol de gás, segundo Getachew et al. (2004), ou seja, a incubação de alimentos com maiores teores de proteína solúvel, gera menores produções de gás (Chen et al., 2016).

Neste sentido, Singh et al. (2012) em análise de correlação observaram que o incremento em proteína bruta, nitrogênio não proteico e carboidratos não fibrosos tem efeito para diminuir a produção de gás, pois há uma diminuição no pH ruminal e favorecimento da produção de propionato, em contraste, aumentos nos teores de celulose das forragens resultam em maior produção de gás devido a taxa reduzida de passagem ruminal e favorecendo a produção de acetato, tornando o íon hidrogênio disponível para a metanogênese.

Além disso, os nutrientes solúveis são os substratos utilizados para o crescimento inicial, multiplicação e atuação microbiana no início da fermentação, e é em função da presença de proteínas e carboidratos solúveis que no início da fermentação tem-se uma maior taxa de degradação dos alimentos (Eger et al., 2018). Porém, a importância dos carboidratos não fibrosos começa a diminuir com o passar do tempo de fermentação, quando os microrganismos começam a colonizar a parede celular e uma parte dos constituintes que a compõem tornam-se disponíveis (Silva et al., 2014).

A maior taxa de degradação dos carboidratos não fibrosos nas lâminas foliares (Figura 14), sobretudo nos genótipos de porte baixo indica superioridade no valor nutritivo, tendo em vista que permaneceria menos tempo para fermentação no rúmen e proporcionaria maiores valores de consumo e desempenho produtivo dos ruminantes (Brandstetter et al., 2018), além disso, nos colmos a maior proporção de fração fibrosa, lignina e baixos teores de carboidratos não fibrosos pode explicar a ausência de significância dos resultados nas taxas de degradação dos carboidratos não fibrosos.

Peixoto (2018), explicou que a maior taxa de degradação nas lâminas foliares dos genótipos de porte baixo, em função dos aspectos anatômicos, ou seja, a maior quantidade de espaços intercelulares encontrados nas lâminas foliares dos genótipos Mott e Taiwan A-146 2.37. O que facilita a fragmentação pela mastigação e a separação dos demais tecidos (Akin, 1989).

A quantidade de carboidratos não fibrosos também reflete diretamente no lag time (Figura 15), ou tempo em que os microrganismos celulolíticos levam para colonizar a parede celular após a incubação do material vegetal, 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. E as características físicas e químicas da fibra também são capazes de facilitar a colonização microbiana (Pedraza et al., 2016). Esta afirmação explica os maiores lag time encontrado nas lâminas foliares dos genótipos de porte alto e nos tratamentos que favorecem o crescimento das plantas.

Em relação ao volume de gás obtido através da degradação dos carboidratos fibrosos, foi possível observar efeito significativo na fração colmo da planta, em relação às lâminas foliares, sobretudo nos genótipos de porte alto, que pode ser explicado em função das grandes proporções de H_2 , CO_2 e CH_4 que são produzidos juntamente com o acetato e butirato, principais ácidos graxos de cadeia curta produzidos na fermentação de alimentos fibrosos (Blümmel et al., 2005).

As variações na produção de gás durante o período de fermentação *in vitro* estão de acordo com os estudos de Santoso e Hariadi (2009), que destacaram que os carboidratos lentamente fermentáveis dos alimentos (hemiceluloses e celulose) estão associados com maior produção *in vitro* de CH_4 , em contraste com alimentos que contém carboidratos de rápida fermentação, como o amido, que resulta em menores

quantidades de gases produzidos durante o período de incubação, e isto foi associado a uma menor relação entre a produção de ácido acético:ácido propiônico.

Em relação à taxa de degradação dos carboidratos fibrosos das lâminas foliares, não foi influenciado por nenhum dos fatores testados, no entanto houve diferença significativa entre genótipos e presença e ausência de irrigação no volume de gás produzido através da degradação dos carboidratos fibrosos (Figura 17). Tal resultado pode estar associado às diferenças encontradas nas quantidades de componentes fibrosos nos diferentes genótipos, e faz com que sejam diferentes as proporções dos gases produzidos durante a fermentação dos substratos como mencionado anteriormente.

Além disso, a natureza heterogênea da parede celular, ou seja, o grau de polimerização dos constituintes da parede celular também pode ter influenciado na ausência de efeito na taxa de degradação dos carboidratos não fibrosos das lâminas foliares.

Esta afirmação pode ser explicada através das características químicas da lignina, pelos seus intermediários de síntese, ou a relação ácido cumárico:ferúlico. Pois, a presença de mais ácido cumárico confere maior estabilidade da lignina com a hemicelulose, e também a maior relação xilose:arabinose da hemicelulose nas lâminas foliares, pois é a arabinose que confere ligações mais firmes com a lignina (Akin, 1988; Akin e Rigsby, 1991).

CONCLUSÕES

Dentre os genótipos de Capim-elefante, os de porte baixo, notadamente o Mott, se apresentaram superiores no valor nutritivo, quando comparado aos genótipos de porte alto.

A presença de água via irrigação ou precipitação interfere no valor nutritivo da forragem produzida, sendo assim, importante associar outras técnicas de manejo, tais como, maior frequência de corte, para promover o aproveitamento da forragem no ótimo do seu valor nutritivo e aumentar o potencial de produção de forragem.

As lâminas foliares dos genótipos de Capim-elefante se destacam pela predominância das frações solúveis dos carboidratos e dos compostos nitrogenados.

A superioridade das frações indigestíveis de carboidratos e proteína nos colmos dos genótipos de Capim-elefante explicam as maiores produções de gás *in vitro*.

REFERÊNCIAS

AKIN, D. E. Histological and physical factors affecting digestibility of forages. **Agronomie**, v. 81, p.17-25, 1989.

AKIN, D. E.; RIGSBY, L. Structure and digestibility of tissues in normal and brown midrib pearl millet (*Pennisetum glaucum*). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.56, p.523-538, 1991.

AKIN, D.E. Biological structure of lignocellulose and its degradation in the rumen. **Animal Feed Science and Technology**, v.21, p.295-310, 1988.

ALENCAR, C. A. B.; OLIVEIRA, R. A.; CÓSER, A. C.; MARTINS, A. C.; CUNHA, F. F.; FIGUEIREDO, J. L. A. Produção de capins cultivados sob pastejo em diferentes lâminas de irrigação e estações anuais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, p.680-686, 2009.

ALENCAR, C. A. B.; OLIVEIRA, R. A.; CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; CUNHA, F. F.; FIGUEIREDO, J. L. A.; CECON, P. R.; LEAL, B. G. Valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais irrigadas em diferentes épocas do ano. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.40, p.20-27, 2010.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. 1998. **Crop Evapotranspiration**, FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56, United Nations Food and Agriculture Organisation, Rome, Italy.

ALVARES, C. A; STAPE, J. L; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, p.711-728, 2013.

AOAC, 1990. Association of Official Analytical, Official Methods of Analysis. 15th Edition. Arlington, VA.

BASSO, F. C.; BERNARDES, T. F.; ROTH, A. P. T. P.; LODO, B. N.; BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A. Fermentation and aerobic stability of corn silage inoculated with *Lactobacillus buchneri*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.1789-1794, 2012.

BARBOSA, V. V.; SOUZA, W. M.; GALVÍNCIO, J. D.; COSTA, V. S. O. Análise da variabilidade climática do município de Garanhuns, Pernambuco – Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.9, p.353-367, 2016.

BRANCO, A. F.; VIANA, K. B.; CASTAÑEDA, R. D.; PROHMANN, P. E.; CONEGLIAN, S. M.; MOURO, G. F. Chemical composition and crude protein fractions of Coastcross grass under grazing on winter, spring and summer in Southern Brazil. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.34, p.183-187, 2012.

BLÜMMEL, M.; GIVENS, D. I.; MOSS, A. R. Comparison of methane produced by straw fed sheep in open-circuit respiration with methane predicted by fermentation characteristics measured by an *in vitro* gas procedure. **Animal Feed Science Technology**, v.123, p.379–390, 2005.

BRANDSTETTER, E. V.; COSTA, K. A. P.; SILVA, M. A. P.; ARAÚJO NETO, F. R.; SILVA, V. R.; NEVES, R. B. S.; OLIVEIRA, I. P. 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.

BRANDSTETTER, E. V.; PINHO COSTA, K. A. de; SANTOS, D. C.; SOUZA, W. F. de; COSTA E SILVA, V.; DIAS, M. B. C. Protein and carbohydrate fractionation of Jiggs Bermudagrass in different seasons and under intermittent grazing by Holstein cows. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 41, p.1-7, 2019.

CARVALHO, A. P. S.; ARRUDA, R. M.; ABREU, J. G.; SOUZA, A. L.; RODRIGUES, R. C.; LIMA, L. R.; CABRAL, L. S.; NETO, A. B. Agronomic features of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum) cv. Roxo under irrigation. **Semina: Ciências Agrárias**, v.39, p.275-286, 2018.

CHEN, C.; LEE, T. T.; YU, B. Improving the prediction of methane production determined by *in vitro* gas technique for ruminants. **Annals of Animal Science**, v.16, p.565-584, 2016.

CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; DERESZ, F.; FREITAS, A. F.; PACIULLO, D. S. C.; ALENCAR, C. A. B.; VÍTOR, C. M. T. Produção de forragem e valor nutritivo do capim-elefante irrigado durante a época seca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p. 1625-1631, 2008.

CUNHA, M. V.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; FREITAS, E. V.; DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; MELLO, A. C. L.; MARTINS, K. G. R. M. Association between the

morphological and productive characteristics in the selection of elephant grass clones. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.3, p.482–488, 2011.

DAS, L. K.; KUNDU, S. S.; KUMAR, D.; DATT, C. Fractionation of carbohydrate and protein content of some forage feeds of ruminants for nutritive evaluation. **Veterinary World**, v.8, p.197-202, 2015.

DUBEUX JUNIOR, J. C. B. E MELLO, A. C. L.. Aspectos morfológicos do capim-elefante. In: LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; MELLO, A. C. L. **Capim elefante: fundamentos e perspectivas**. Recife: IPA/UFRPE, 2010. Capítulo 1, p. 15-28.

EGER, M.; GRAZ, M.; RIEDE, S.; BREVES, G. 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, G. D. G.; CUNHA, M. V.; SILVA, D. K. A.; SANTOS, M. V. F.; MAGALHÃES, A. L. R.; LIRA, M. A.; DUBEUX JUNIOR, J. C. B. Histologia do colmo de clones de capim-elefante na região do agreste de Pernambuco. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, p.36-47, 2010.

GARCIA, C. S.; FERNANDES, A. M.; FONTES, C. A. A.; VIEIRA, R. A. M.; SANT'ANA, N. F.; PIMENTEL, V. A. Desempenho de novilhos mantidos em pastagens de capim-elefante e capim-mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.403-410, 2011.

GETACHEW, G.; ROBINSON, P. H.; DE PETERS E. J.; TAYLOR S. J. Relationships between chemical composition, dry matter degradation and *in vitro* gas production of several ruminant feeds. **Animal Feed Science Technology**, v.111, p. 57–71, 2004.

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

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

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science Technology**, v.57, p.347-358, 1996.

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

MAGALHÃES, J. A.; CARNEIRO, M. S. S.; ANDRADE, A. C.; PEREIRA, E. S.; RODRIGUES, B. H. N.; COSTA, N. L.; FOGAÇA, F. H. S.; CASTRO, K. N. C.; TOWNSEND, C. R. Composição bromatológica do capim-Marandu sob efeito de irrigação e adubação nitrogenada. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, p.933-942, 2015.

MAURÍCIO, R. M.; PEREIRA, L. G. R.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUEZ, N. M. Relação entre pressão e volume para implantação da técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases na avaliação de forrageiras tropicais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, p.1013-1020, 2003.

PEDRAZA, R. M.; FERNÁNDEZ, Y.; LLÁNES, A.; GONZÁLEZ, C. E.; LEÓN, M. *In vitro* gas production of two new varieties of sugar cane (*Saccharum spp.* C97-366 and C99-374), selected for forage. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v.50, p. 479-483, 2016.

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

RIBEIRO, R. E. P. **Estabelecimento, respostas produtivas e morfológicas de genótipos de *Pennisetum sp.* de diferentes portes sob corte e irrigação.** 2019. 106f. Tese (Doutorado em Zootecnia – Forragicultura). Universidade Federal Rural de Pernambuco.

RÍO, J. C. D.; PRINSEN, P.; RENCORET, J.; NIETO, L.; JIMÉNEZ-BARBERO, J.; RALPH, J.; MARTÍNEZ, A. T.; GUTIÉRREZ, A. Structural characterization of the lignin in the cortex and pith of elephant grass (*Pennisetum purpureum*) Stems. **Agricultural and Food Chemistry**, v.60, p.3619-3634, 2012.

RODRIGUES, R. C.; SOUSA, T. V. R.; MELO, M. A. A.; ARAÚJO, J. S.; LANA, R. P.; COSTA, C. S.; OLIVEIRA, M. E.; PARENTE, M. O. M.; SAMPAIO, I. B. M. Agronomic, morphogenic and structural characteristics of tropical forage grasses in northeast Brazil. **Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales**, v.2, p.214-222, 2014.

SANCHES, A. C.; GOMES, E. P.; RICKLI, M. E.; FASOLIN, J. P.; SOARES, M. R. C.; GOES, R. H. T. B. Produtividade e valor nutritivo do capim Tifton 85 irrigado e sobressemeado com aveia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, p.126-133, 2015.

SANTOSO B.; HARIADI, B. T. Evaluation of nutritive value and *in vitro* methane production of feedstuffs from agricultural and food industry by products. **Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture**, v.34, p.189-195, 2009.

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.

SENGER, C. C. D.; KOZLOSKI, G. V.; SANCHEZ, L. M. B.; MESQUITA, F. R.; ALVES, T. P.; CASTAGNINO, D. S. Evaluation of autoclave procedures for fibreanalysis in forage and concentrate feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, v.146, p.169-174, 2008.

SILVA, M. A.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; FREITAS, E. V. ; ARAÚJO, G. G. L. Rendimento forrageiro e valor nutritivo de clones de *Pennisetum* sob corte, na zona da mata seca. **Archivos de Zootecnia**, v.60, p.63-74, 2011.

SILVA, S. H. B.; SANTOS, M. V. F.; Lira, M. A.; DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; FREITAS, E. V.; FERREIRA, R. L. C. 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.

SILVA, T. C.; SANTOS, E. M.; MACEDO, C. H. O.; LIMA, M. A.; AZEVEDO, J. A. G.; PINHO, R. M. A.; PERAZZO, A. F.; OLIVEIRA, J. S. Cinética de fermentação ruminal *in vitro* de silagens de híbridos de sorgo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, p.1865-1873, 2014.

SINGH, S.; KUSHWAHA, B. P.; NAG, S. K.; MISHRA, A. K.; SINGH, A.; ANELE, U. Y. 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.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.

THEODOROU, M. K.; WILLIAMS, B. A.; DHANOA, M. S.; MCALLAN, A. B.; FRANCE, J. A 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.

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

TSUZUKIBASHI, D.; COSTA, J. P. R.; MORO, F. V.; RUGGIERI, A. C.; MALHEIROS, E.B. Quantitative anatomy, *in vitro* digestibility and chemical composition of *Brachiaria brizantha* cultivars. **Revista de Ciências Agrárias**, v.39, p.46-53, 2016.

VALENTE, T. N. P.; LIMA, E. S.; GOMES, D. I.; SANTOS, W. B. R.; CESÁRIO, A. S.; SANTOS, S. C. Anatomical differences among forage with respect to nutrient availability for ruminants in the tropics: A review. **African Journal of Agricultural Research**, v.11, p.1585-1592, 2016.

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

VELÁSQUEZ, P. A. T.; BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A.; RIVERA, A. R.; DIAN, P. H. M.; TEIXEIRA, I. A. M. A. Composição química, fracionamento de carboidratos e proteínas e digestibilidade *in vitro* de forrageiras tropicais em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1206-1213, 2010.

VOLTOLINI, T. V.; SILVA, J. G.; SILVA, W. E. L.; NASCIMENTO, J. M. L.; QUEIROZ, M. A. A.; OLIVEIRA, A. R. Valor nutritivo de cultivares de cana-de-açúcar sob irrigação. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, p.894-901, 2012.

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

CAPÍTULO 3

Características anatômicas associadas ao valor nutritivo de genótipos de Capim-elefante de diferentes portes sob irrigação

Características anatômicas associadas ao valor nutritivo de genótipos de Capim-elefante de diferentes portes sob irrigação

RESUMO

O estudo da organização dos tecidos vegetais em diferentes frações da planta, por meio de técnicas microscópicas é uma importante ferramenta auxiliar na explicação de fatores que influenciam na degradação dos tecidos pelos microorganismos ruminais. Objetivou-se avaliar o efeito de genótipos de Capim-elefante de diferentes portes associado à presença e ausência de irrigação, no período seco e chuvoso do ano, sobre características anatômicas das lâminas foliares e colmos, bem como estimar correlações entre as características. O experimento foi conduzido no município de Garanhuns, Pernambuco, Brasil. Os tratamentos experimentais foram quatro genótipos de Capim-elefante, dois de portes alto (IRI 381, Elefante B) e dois de portes baixo (Taiwan A-146 2.37 e Mott), com e sem irrigação. O delineamento foi em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas representadas pela presença ou ausência de irrigação e as subparcelas pelos genótipos de capim-elefante. Os genótipos foram colhidos rente ao solo a cada 60 dias. As coletas das lâminas foliares e dos colmos para caracterização anatômica foram realizadas no período chuvoso (agosto) e seco (dezembro) de 2017 e 2018. Foram mensuradas as proporções dos diferentes tecidos nas lâminas foliares e nos colmos. A proporção de epiderme adaxial e abaxial das lâminas foliares variou significativamente ($P \leq 0,05$) entre genótipos. Quanto ao tecido esclerenquimático nas lâminas foliares, observou-se interação significativa ($P \leq 0,05$) entre irrigação e genótipos, e entre genótipos e período do ano. Houve efeito isolado dos genótipos ($P \leq 0,05$) para a bainha vascular nas lâminas foliares e observou-se que a maior e menor proporção de bainha vascular foi registrada, respectivamente, no genótipo Mott (19,93%) e IRI 381 (14,65%) e não diferiram dos genótipos Taiwan A-146 2.37 (17,42%) e Elefante B (17,98%). Para a proporção de parênquima em colmos houve efeito isolado ($P \leq 0,05$) entre genótipos, ou seja, foi registrada maior área de parênquima na fração colmo dos genótipos de porte baixo (57,35%), que diferiram

significativamente dos genótipos de porte alto (52.05%). Em relação à interação entre irrigação e período do ano na fração colmo, no período seco, o tratamento sem irrigação proporcionou menor área de esclerênquima. No estudo das correlações entre componentes químicos e anatômicos em lâminas foliares e colmos, verificou-se que as correlações significativas no colmo apresentaram valores mais elevados, quando comparado às lâminas foliares. Nas lâminas foliares observou-se fortes correlações positivas e significativas ($P \leq 0,05$) entre epiderme adaxial e abaxial e nitrogênio indigestível. Os teores de carboidratos indigestíveis, fibra em detergente neutro e proteína bruta apresentaram fortes correlações com a proporção de tecido esclerênquimático, enquanto que para o mesófilo verificaram-se correlações positivas entre digestibilidade *in vitro* da matéria seca. O tecido esclerênquimático dos colmos apresentou fortes correlações positivas com a fração dos carboidratos de lenta taxa de degradação ruminal e lignina. As lâminas foliares dos genótipos de capim-elefante se destacaram pela predominância de mesófilo. O período chuvoso do ano e a presença de irrigação proporcionam maiores áreas de tecidos de lenta degradação ou indigestíveis.

Palavras-chave: Capim-elefante, Digestibilidade, Parede celular, Proporção de tecidos.

Anatomical characteristics associated with the nutritive value of elephant grass
genotypes of different sizes under irrigation

ABSTRACT

The study of the organization of plant tissues at different fractions by microscopic techniques is an important auxiliary tool in the explanation of factors that influence the degradation of tissues by ruminal microorganisms. The goal was to evaluate the effect of elephant grass genotypes of different sizes associated with the presence and absence of irrigation during the dry and rainy season on the anatomical characteristics of leaf blades and stems, as well as to estimate correlations between the characteristics. The experiment was carried in Garanhuns, Pernambuco. The experiment treatments were four elephant grass genotypes, two high-size (IRI 381 and Elefante B) and two small-

size (Mott and Taiwan A-146 2.37), with and without irrigation. The design was randomized blocks, in split-plot scheme, with the main plots represented by the presence or absence of irrigation and the subplots by elephant grass genotypes. Genotypes were harvested close to the ground every 60 days. Leaf and stem were taken for anatomical characterization were performed during the rainy (August) and dry (December) in 2017 and 2018. The proportions of adaxial and abaxial epidermis of leaf blades varied significantly ($P \leq 0.05$) between genotypes. Regarding sclerenchymatic tissue in leaf blades, significant interaction ($P \leq 0.05$) was observed between irrigation and genotypes and between genotypes and season. There was an isolated effect of genotypes ($P \leq 0.05$) for vascular sheath on leaf blades and it was observed that the highest and lowest proportion of vascular sheath was recorded, respectively, in Mott genotype (19.93%) and IRI 381 (14.65%) and did not differ from Taiwan A-146 2.37 (17.42%) and Elefante B (17.98%) genotypes. For the proportion of parenchyma in stems there was an isolated effect ($P \leq 0.05$) between genotypes. Greater parenchyma area was recorded in the stem of the small-size genotypes (57.35%) which was different significantly from the high-size (52.05%). There was interaction between irrigation and season in the stem, in the dry season, the treatment without irrigation provided a lesser area of sclerenchyma. In the correlations between chemical and anatomical components in leaf blades and stems it showed that the significant correlations in the stem had greater values when compared to leaf blades. Leaf blades showed strong positive and significant correlations ($P \leq 0.05$) between adaxial and abaxial epidermis and indigestible nitrogen. The indigestible carbohydrates, NDF and CP showed strong correlations with the proportion of sclerenchymatic tissue, while for the mesophyll there were positive correlations between *in vitro* dry matter digestibility. The sclerenchymatic tissue in stem showed strong positive correlations with lignin and the carbohydrate fraction of slowly ruminal degradation rate. The leaf blades of Elephant grass genotypes stood out by the predominance of mesophyll. The rainy season and the presence of irrigation provide larger areas of slowly degradation rate and indigestible.

Keywords: Cell wall, Digestibility, Elephant grass, Proportion of tissues.

INTRODUÇÃO

O Capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), destaca-se dentre as gramíneas forrageiras mais cultivadas no mundo, em decorrência do valor nutritivo do volumoso produzido, boa aceitação pelos animais e elevado rendimento forrageiro. É cultivada tradicionalmente sob corte, com oferta picada no cocho como fonte de fibra para os animais (Carvalho et al., 2018).

O uso de irrigação no cultivo de Capim-elefante consiste em uma importante estratégia no manejo de forrageiras com o intuito de manter uniforme o stand de plantas, proporcionar incremento na produtividade de matéria seca anual e também atenuar o problema da escassez de forragem no período seco do ano.

A irrigação pode promover alterações morfológicas e no valor nutritivo ao longo do ciclo produtivo da planta, devido ao maior estímulo no crescimento das plantas, quando comparado às plantas não irrigadas (Rodrigues et al., 2014; Voltolini et al., 2012).

O estudo histológico tem sido utilizado como ferramenta para elucidar algumas diferenças no valor nutritivo entre genótipos na caracterização qualitativa de germoplasmas, em função da sua alta correlação com as análises químicas e de digestibilidade *in vitro* (Ferreira et al., 2013), e porque nem sempre apenas a composição química e digestibilidade *in vitro* explicam as variações de valor nutritivo em forrageiras (Basso et al., 2014).

Dentre as características que tem maior influência no valor nutritivo da planta, evidencia-se a quantidade de tecidos, e de todos os compostos químicos ligados à parede celular, a lignina é o que, sem dúvida, limita a digestão dos carboidratos pelos microrganismos ruminais (Tsuzukibashi et al., 2016). Por isso, a grande importância de se conhecer a organização e proporção anatômica dos órgãos e tecidos da planta, medida através da área relativa em seções transversais das frações da planta. A estrutura e proporção dos tecidos na planta além de modificar o consumo da forragem pelo animal em função da capacidade de fragmentação das partículas da forrageira determinam a sua velocidade de passagem pelo rúmen e atuam também na digestibilidade da parede celular, influenciando na capacidade de acesso dos microrganismos ruminais aos carboidratos constituintes da planta (Valente et al., 2016).

Em relação à proporção de diferentes tipos de tecidos em folhas de Capim-elefante cv. Mott, Queiroz et al. (2000) encontraram 1,7% de esclerêquima, 21,9% de

tecidos vasculares e 42,1% de mesofilo, além disso, destes tecidos o esclerênquima foi a característica anatômica que melhor se correlacionou com a DIVMS ($r = -0,66$).

Peixoto (2018) observou que folhas e colmos de genótipos de porte alto possuem maior número de células lignificadas, com maior destaque para o genótipo IRI – 381, enquanto que o genótipo Elefante B apresentou maior espessura da parede celular do colmo, o que influenciou diretamente na digestibilidade da planta. Os colmos dos genótipos de porte baixo Mott e Taiwan A-146 2.37 apresentaram maior proporção de tecido parenquimático mais próximo à epiderme, indicando maior potencial de degradação.

Além disso, alguns autores têm mostrado correlações entre anatomia, composição química e digestibilidade de gramíneas forrageiras (Bauer et al., 2008; Tsuzukibashi et al., 2016), e mostraram de maneira geral que tecidos de rápida digestão, como o mesofilo, apresentam correlações positivas com a digestibilidade e os teores de proteína bruta e negativas com os teores de fibra.

Por este motivo, o estudo da organização dos tecidos vegetais em diferentes frações da planta, através de técnicas microscópicas é uma importante ferramenta que auxilia na explicação de fatores que influenciam na degradação dos tecidos pelos microorganismos ruminais.

Desta forma, objetivou-se avaliar o efeito de genótipos de Capim-elefante de diferentes portes associado à presença e ausência de irrigação, no período seco e chuvoso do ano, sobre características anatômicas das lâminas foliares e colmos, bem como estimar correlações entre as características.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental pertencente à Universidade Federal Rural de Pernambuco, localizada no município de Garanhuns-Pernambuco, Brasil. O município está a 896 metros acima do nível do mar, à 1.030 metros do ponto mais elevado do município, e está situado na mesorregião do Agreste

Meridional de Pernambuco, a 8° 53' 2'' de latitude Sul e 36° 29' 34'' de longitude oeste.

O clima é classificado como tropical tipo Aw' conforme a classificação climática de Köppen-Geiger (Alvares et al., 2013), com temperatura média anual de 21,2 °C, regime de chuvas do outono a inverno, e é caracterizado por verões quentes e secos e invernos amenos e úmidos. A precipitação anual histórica média de 53 anos do município foi de 866 mm (Barbosa et al., 2016).

O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Amarelo e a classe textural como franco-argiloarenoso. A composição granulométrica e os resultados das análises físico-hídricas de amostras do solo foram os seguintes: argila= 212 g kg⁻¹; silte= 133 g kg⁻¹; areia total= 655 g kg⁻¹; capacidade de campo = 0,16 g g⁻¹; ponto de murcha permanente= 0,10 g g⁻¹; água disponível= 0,06 g g⁻¹; densidade do solo= 1,18 g cm⁻³; densidade de partículas= 2,65 g cm⁻³ e porosidade total= 55,43%.

De acordo com análise química do solo (Tabela 1) foi realizada a correção do pH do solo com 500 kg ha⁻¹ de calcário calcítico para elevar a saturação por bases, aração e gradagem na área, antes do estabelecimento do material vegetal. Após a correção do solo, realizou-se a adubação de fundação, que consistiu de 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 80 kg ha⁻¹ de K₂O, tendo como fontes superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente, aplicado à lanço nos sulcos na ocasião do plantio.

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

Profundidade	pH ¹	P ²	K	Na	Al	Ca	Mg	H	SB	CTC	V	C	m	MO
		mg dm ⁻³												%
0-20 cm	5,8	4,0	0,27	0,03	0	1,8	0,4	2,5	2,51	5,01	50,1	2,1	0	3,64
20-40 cm	5,5	2,0	0,22	0,03	0	1,3	0,3	3,3	1,85	5,15	35,9	1,8	0	3,17

¹pH em água. ²Extrator mehlich 1.

Foi avaliada a anatomia de lâminas foliares e colmos de quatro genótipos de Capim-elefante, dois de portes alto (IRI-381 e Elefante B) e dois de portes baixo (Taiwan A-146 2.77 e Mott), com ou sem irrigação, ao longo de dois anos (2017 e 2018). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, em que as parcelas principais foram constituídas da presença ou ausência de irrigação e as subparcelas compostas pelos quatro genótipos.

Os genótipos de Capim-elefante foram estabelecidos vegetativamente em sulcos espaçados de 1,0 m. A área experimental possuía 1.820 m² (91 x 20 m), onde cada

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).

A adubação de manutenção anual foi realizada apenas no período chuvoso do ano. Em função da maior frequência de chuvas no primeiro ano experimental, foram aplicadas duas vezes sempre no início do período experimental. A primeira aplicação foi realizada no quarto ciclo (junho a agosto/2017) e a segunda no quinto ciclo (agosto a outubro/2017). No segundo ano experimental a aplicação foi realizada apenas uma aplicação no início do décimo ciclo (junho a agosto/2018). Cada aplicação foi realizada com o equivalente a 100 kg ha⁻¹ de N e 80 kg ha⁻¹ de K₂O, na linha de plantio, sob as fontes de sulfato de amônio e cloreto de potássio, respectivamente.

Nas parcelas experimentais que receberam irrigação, a aplicação de água foi realizada por meio de um sistema de gotejamento, utilizando-se como fonte de água um manancial perene localizado próximo à área experimental. O manejo da irrigação foi realizado 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 precipitação pluvial, temperatura média do ar, evapotranspiração real da cultura (ETc) e irrigação diária de cada mês durante dois anos experimentais conta na (Figura 1).

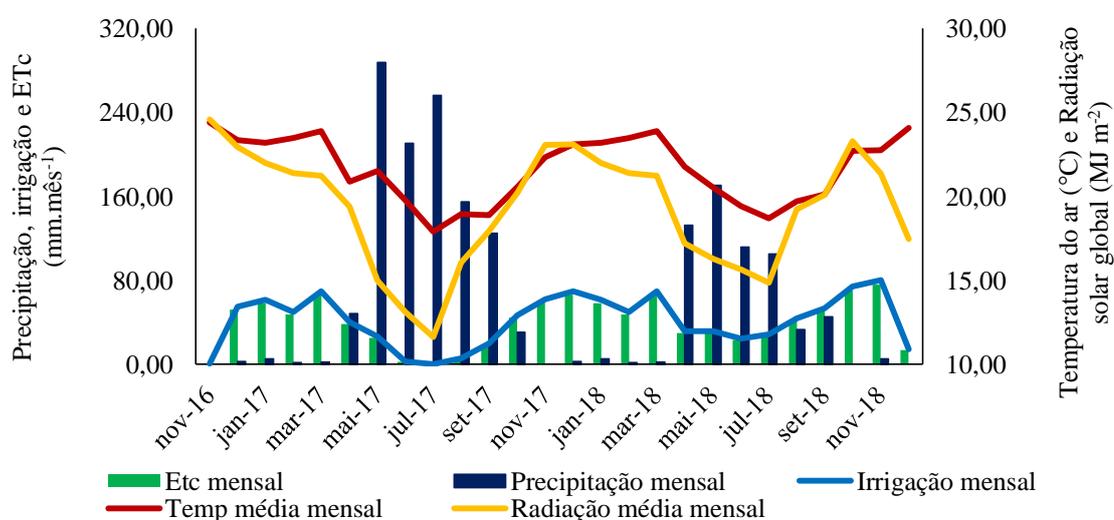


Figura 1. Precipitação, evapotranspiração e irrigação diárias temperatura média do ar, radiação solar global média, registrada durante o período experimental, Garanhuns-PE.

Em julho/2016, 90 dias após o estabelecimento das parcelas foi realizado um corte de uniformização, logo em seguida foi realizado o replantio das parcelas falhadas. Em novembro/2016, 120 dias após o replantio e estabelecimento, foi realizado um novo corte de uniformização para o início do período experimental. Os genótipos foram submetidos a cortes sucessivos, durante o período de dois anos (2016 a 2018), com frequência de 60 dias e intensidade de corte rente ao solo.

As amostragens vegetais foram realizadas no período chuvoso (agosto) e seco (dezembro) em 2017 e 2018 na área útil de cada subparcela. Foram tomados aleatoriamente três perfis basais, sendo selecionadas as primeiras lâminas foliares expandidas (com lígula exposta), as quais foram cortadas na região do colar (interface lâmina foliar-bainha).

As lâminas foliares de cada unidade experimental foram cortadas em fragmentos de aproximadamente 2 cm (medido com o auxílio do paquímetro) na região mediana, assim como os colmos e então acondicionados em potes de polietileno com solução de fixação de FAA 50% (90% de álcool 50°, 5% de ácido acético e 5% de formaldeído), por 48 horas, em seguida, cada amostra foi lavada com água destilada e reimersa em álcool 70° até o preparo histológico (Sass, 1951).

Foram feitos os cortes histológicos manualmente com o auxílio de lâminas de aço (Ferreira et al., 2010), no laboratório de Forragicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Em seguida, os cortes ficaram durante 1 minuto em solução de hipoclorito de sódio (6%), para eliminação de todo o conteúdo celular e evitar a precipitação entre o conteúdo celular e o corante. Após, os cortes foram imersos em solução de ácido acético 5% e, em seguida, foram realizadas três lavagens com água destilada durante 15 minutos. Finalizadas todas as etapas de lavagem, os cortes foram incubados durante uma noite em solução de fásca diluída a 1/8, permitindo que após a reação, a lignina fosse corada em vermelho e celulose em azul (Tolivia e Tolivia, 1987).

Por fim, na montagem das lâminas temporárias, os cortes corados foram lavados com água destilada, colocados individualmente entre lâmina e lamínula com ajuda de uma gota de água e seladas com verniz transparente.

As lâminas foram fotografadas com o auxílio de um microscópio de luz acoplado a uma câmera analógica, no Laboratório de Tecnologia Florestal na Universidade Federal Rural de Pernambuco. As mensurações da contribuição de cada tecido na área

total da seção foram realizadas com o uso das ferramentas do *Software* de análise de imagens, Image J, versão 1.51q, realizando-se 12 observações por bloco de cada genótipo, totalizando 96 imagens por genótipo.

A mensuração das proporções dos tecidos nas lâminas foliares foi realizada na seguinte ordem: área total, epidermes adaxial (EPIada) e abaxial (EPIaba), esclerênquima (ESC), bainha vascular (BV), xilema e fibras associadas (XIL) e floema (FLO). O mesofilo (MES) foi obtido por meio da diferença da área total e a somatória dos demais tecidos da seção transversal, como segue: $MES = AT - \sum (EPIada + EPIaba + ESC + BV + XIL + FLO)$. Na fração colmo, foram mensuradas as áreas da EPI, ESC, XIL, FLO, e parênquima (PAR).

Os teores de proteína bruta (PB) (984.13) foram determinados conforme metodologia descrita pela AOAC (1990). Quanto aos teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina em detergente ácido (LDA), foram obtidos de acordo com Van Soest et al. (1991), com modificações propostas por Senger et al. (2008), no qual foi utilizado autoclave com temperatura a 110°C por 40 minutos. O fracionamento de carboidratos foi realizado conforme Sniffen et al. (1992), e o fracionamento de proteína segundo a metodologia descrita por Licitra et al. (1996). Por fim, a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi obtida segundo Tilley e Terry (1963), e solução tampão proposta por McDougall (1948).

Os dados foram analisados utilizando o PROC MIXED do pacote estatístico SAS University Edition. Os efeitos fixos incluíram irrigação, genótipos, períodos do ano e suas interações. Os blocos, o ano e suas interações foram considerados como efeitos aleatórios. As médias foram comparadas utilizando o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey. Para todas as variáveis, as diferenças foram consideradas significativas quando $P \leq 0,05$. Foram obtidas também, correlações de Pearson entre os componentes anatômicos, químicos e DIVMS para a lâmina foliar (128 observações), e colmo (128 observações) separadamente, considerando significativas $P \leq 0,05$.

RESULTADOS

A proporção de epiderme adaxial e abaxial das lâminas foliares variou significativamente ($P \leq 0,05$) conforme genótipos (Figura 2). O genótipo Mott apresentou maior área de epiderme adaxial, em comparação com os demais genótipos. Para a epiderme abaxial, verificou-se maior proporção no genótipo IRI 381 e menor no genótipo Mott, e ambos não diferiram do Taiwan A-146 2.37 e Elefante B.

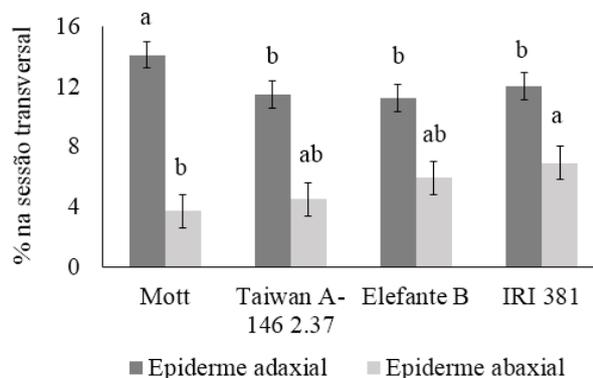


Figura 2. Efeito dos genótipos na proporção de epiderme adaxial ($P = 0,0002$) e abaxial ($P = 0,0003$) (% na seção transversal) em fragmentos de lâmina foliar, em *Pennisetum purpureum*. Letras minúsculas comparam os genótipos, de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.

Houve efeito significativo de genótipos ($P \leq 0,05$) na proporção de epiderme na fração colmo (Figura 3), tendo o Mott apresentado menores proporções deste tecido na seção transversal, enquanto que os genótipos de porte alto não diferiram ($P \geq 0,05$) entre si, e expressaram maiores áreas deste tecido, e o Taiwan A-146 2.37 não diferiu do Elefante B, IRI 381 e Mott.

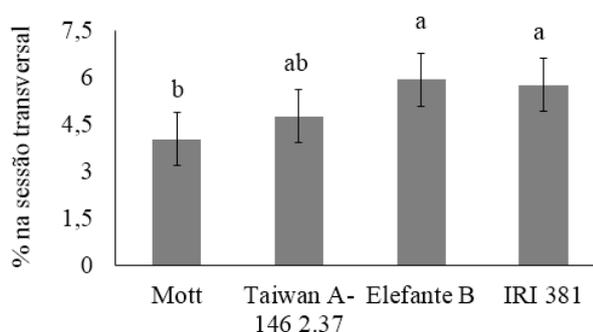


Figura 3. Efeito dos genótipos ($P = 0,0001$) na proporção de epiderme (% na seção transversal) em fragmentos de colmo, em *Pennisetum purpureum*. Letras minúsculas comparam os genótipos, de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.

Houve interação significativa entre irrigação e genótipos para a proporção de esclerênquima nas lâminas foliares e colmos (Tabela 2). Observou-se que o genótipo

Mott apresentou menores proporções de esclerênquima, quando comparado aos demais genótipos, que não diferiram entre si ($P \geq 0,05$), tanto nas lâminas foliares, quanto nos colmos, irrigado e não irrigado. Em todos os genótipos, foi registrado no tratamento irrigado maior proporção de esclerênquima, nas duas frações das plantas avaliadas (Figuras 4 e 5).

Tabela 2. Interação genótipo x irrigação para proporção de esclerênquima (% na seção transversal) em fragmentos de lâmina foliar e colmo, em *Pennisetum purpureum* irrigado e não irrigado.

Genótipo	Irigado	Não irrigado	EPM
	<i>Lâmina foliar</i>		
Mott	5,06 Ab	3,34 Bb	0,7942
Taiwan A-146 2.37	8,83 Aa	5,38 Ba	
Elefante B	7,72 Aa	5,38 Ba	
IRI 381	8,04 Aa	5,20 Ba	
	<i>Colmo</i>		
Mott	11,12 Ab	7,19 Bb	1,3749
Taiwan A-146 2.37	16,76 Aa	10,37 Ba	
Elefante B	16,98 Aa	11,61 Ba	
IRI 381	15,02 Aa	10,59 Ba	

EPM – Erro padrão da média. Letras minúsculas na coluna comparam os genótipos e letras maiúsculas na linha comparam o irrigado e não irrigado, de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

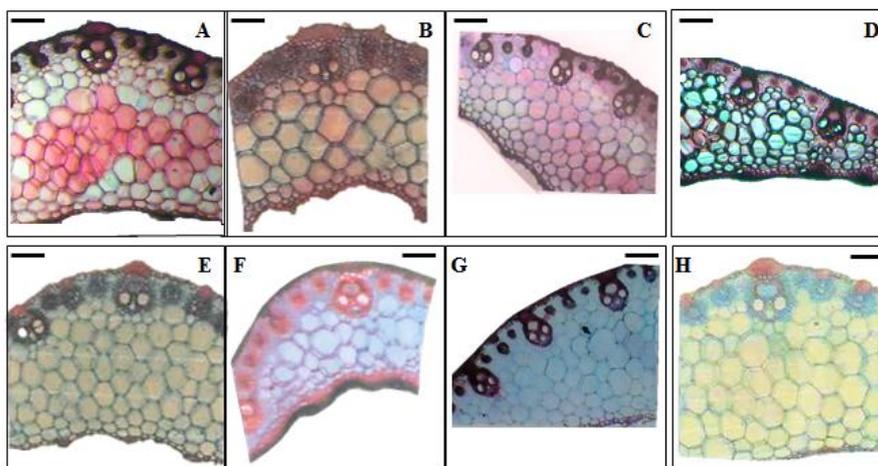


Figura 4. Seções transversais da anatomia da lâmina foliar de genótipos de Capim-elefante irrigado e não irrigado, Garanhuns-PE. A=Mott (irrigado); B=Taiwan A-146 2.37 (irrigado); C=Elefante B (irrigado); D=IRI 381 (irrigado); E= Mott (não irrigado); F= Taiwan A-146 2.37 (não irrigado); G= Elefante B (não irrigado); H= IRI 381 (não irrigado). Barras = 1000 μ m.

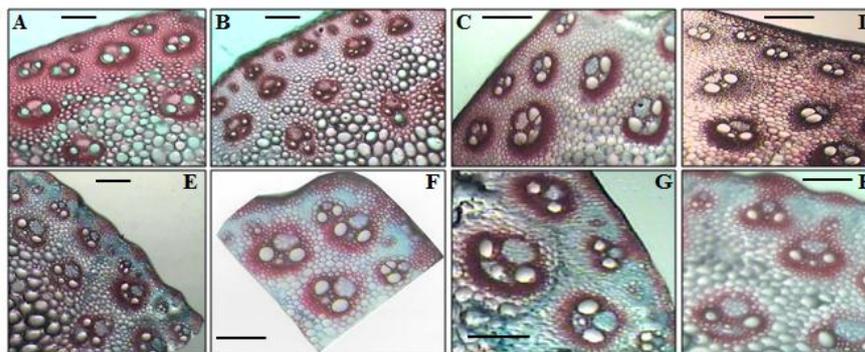


Figura 5. Seções transversais da anatomia da fração colmo de genótipos Capim-elefante irrigado e não irrigado, Garanhuns-PE. A=Mott (irrigado); B=Taiwan A-146 2.37 (irrigado); C=Elefante B (irrigado); D=IRI 381 (irrigado); E= Mott (não irrigado); F= Taiwan A-146 2.37 (não irrigado); G= Elefante B (não irrigado); H= IRI 381 (não irrigado). Barras = 1000µm.

Foi observada também para o tecido esclerenquimático, interação significativa ($P \leq 0,05$) genótipo x período do ano nas lâminas foliares, com menor proporção deste tecido no Mott (5,02%), em relação aos outros genótipos (8,57%), que não diferiram entre si no período chuvoso do ano. No período seco, a área de esclerênquima não variou entre os genótipos, obtendo-se média de 3,93% deste tecido. Dentre os períodos do ano, para todos os genótipos estudados, o período chuvoso proporcionou um aumento de 45% de tecido esclerenquimático, em relação ao período seco (Tabela 3).

Tabela 3. Interação genótipo x período do ano sobre a proporção de esclerênquima (% na seção transversal) em fragmentos de lâmina foliar, em *Pennisetum purpureum* irrigado e não irrigado, nos períodos chuvoso e seco de 2017 e 2018

Genótipo	Chuva	Seca	EPM
Mott	5,02 Ab	3,25 Ba	
Taiwan A-146 2.37	8,25 Aa	4,35 Ba	1,0718
Elefante B	7,99 Aa	3,22 Ba	
IRI 381	9,48 Aa	4,91 Ba	

EPM – Erro padrão da média. Letras minúsculas na coluna comparam os genótipos e letras maiúsculas na linha comparam os períodos do ano, de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Não houve diferença significativa entre as médias obtidas para os tratamentos com e sem irrigação sobre a porcentagem de tecido esclerenquimático no período chuvoso do ano. No período seco, o tratamento sem irrigação proporcionou menor área de esclerênquima (Figura 6).

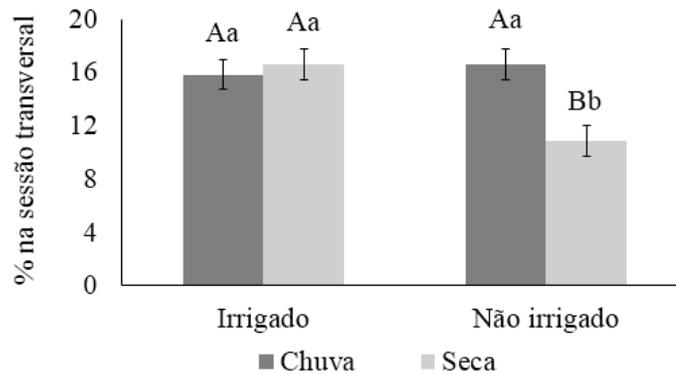


Figura 6. Interação irrigação x período do ano ($P = 0,0001$) para proporção de esclerênquima (% na seção transversal) em fragmentos de colmo, em *Pennisetum purpureum* irrigado e não irrigado, nos períodos chuvoso e seco de 2017 e 2018. Letras maiúsculas comparam os períodos do ano e as letras minúsculas comparam o irrigado e não irrigado, de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.

Houve efeito isolado dos genótipos ($P \leq 0,05$) para a bainha vascular nas lâminas foliares. A menor proporção deste tecido foi registrada no genótipo Mott (19,93%) e a maior no IRI 381 (14,65%), os quais não diferiram dos genótipos Taiwan A-146 2.37 e Elefante B (17,70%) (Figura 7).

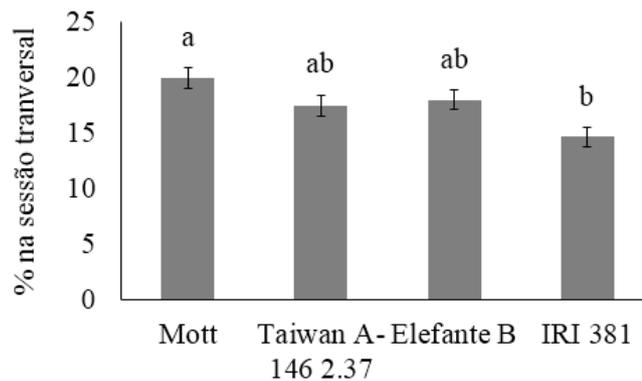


Figura 7. Efeito dos genótipos sobre a proporção de bainha vascular (% na seção transversal) em fragmentos de lâmina foliar ($P = 0,0011$), em *Pennisetum purpureum*. Letras minúsculas comparam os genótipos, de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.

Houve interações significativas ($P \leq 0,05$) entre genótipos, irrigação e períodos do ano (Tabela 4), para a proporção de mesofilo nas lâminas foliares. Não houve diferença significativa ($P \leq 0,05$) no período chuvoso do ano, entre os tratamentos com e sem irrigação, para todos os genótipos. No que se refere ao período seco do ano, no tratamento sem irrigação foram verificadas maiores proporções do tecido avaliado.

Dentre os períodos do ano, houve efeito significativo apenas no tratamento sem irrigação, sendo observada menor área de mesofilo, no período chuvoso do ano.

Tabela 4. Interação genótipo x irrigação x período do ano sobre a proporção (% na seção transversal) de mesofilo em fragmentos de lâmina foliar em *Pennisetum purpureum* irrigado e não irrigado, nos períodos chuvoso e seco de 2017 e 2018

Genótipo	Chuva		Seca		EPM
	Irigado	Não irrigado	Irigado	Não irrigado	
Mott	37,79 Aaα	38,27 Aaβ	37,74 Baα	47,42 Aaα	1,4175
Taiwan A-146 2.37	37,43 Aaα	36,69 Aaβ	36,76 Baα	45,30 Aaα	
Elefante B	34,61 Aaba	34,57 Aabβ	34,58 Baba	47,74 Aaα	
IRI 381	30,97 Abα	29,68 Abβ	31,63 Bbα	36,88 Abα	

EPM – Erro padrão da média. Letras minúsculas diferentes na coluna diferem entre os genótipos, letras maiúsculas diferentes na linha diferem entre irrigado e não irrigado, letras gregas diferentes na linha diferem entre os períodos do ano dentro do tratamento irrigado ou não irrigado de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Dentre os genótipos, o Elefante B não diferiu dos genótipos de porte baixo e do IRI 381, no período chuvoso e no tratamento irrigado do período seco. Enquanto que no tratamento não irrigado, no período seco observou-se no IRI 381 menores áreas de mesofilo e o Mott, Taiwan A-146 2.37 e Elefante B não diferiram entre si.

Houve efeito isolado ($P \leq 0,05$) entre genótipos, para a proporção de parênquima na fração colmo. Foi registrada maior área de parênquima nos colmos dos genótipos de porte baixo que diferiram significativamente dos genótipos de porte alto (Figura 8).

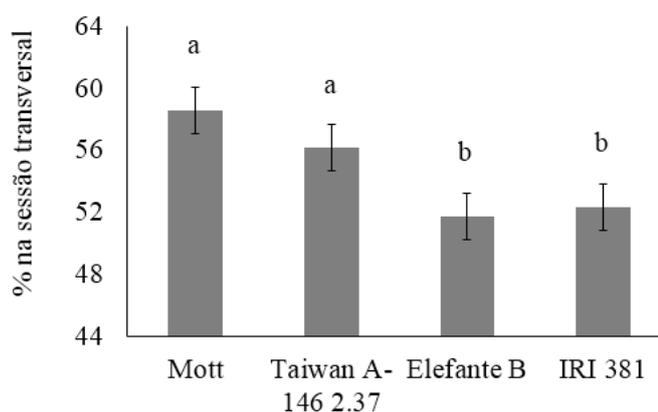


Figura 8. Efeito dos genótipos sobre a proporção de parênquima (% na seção transversal) em fragmentos de colmo ($P = 0,0001$), em *Pennisetum purpureum*. Letras minúsculas comparam os genótipos, de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.

Ocorreu interação significativa ($P \leq 0,05$) entre genótipos, período do ano e irrigação (Tabela 5), para as proporções de xilema e fibras associadas encontradas nas lâminas foliares e colmos.

Tabela 5. Interação genótipo x irrigação x período do ano sobre a proporção de xilema e fibras associadas (% na seção transversal) em fragmentos de lâmina foliar e colmo, em *Pennisetum purpureum* irrigado e não irrigado, nos períodos chuvoso e seco de 2017 e 2018

Genótipo	Chuva		Seca		EPM
	Irigado	Não irrigado	Irigado	Não irrigado	
<i>Lâmina foliar</i>					
Mott	7,63 Ab α	8,14 Ab α	8,68 Ab α	4,76 Bb β	1,0609
Taiwan A-146 2.37	10,76 Aa α	11,77 Aa α	11,56 Aa α	7,12 Ba β	
Elefante B	10,51 Aa α	11,25 Aa α	11,54 Aa α	7,93 Ba β	
IRI 381	10,22 Aa α	10,94 Aa α	12,26 Aa α	7,19 Ba β	
<i>Colmo</i>					
Mott	9,36 Ab α	10,33 Ab α	10,3 Ab α	6,29 Bb β	0,9628
Taiwan A-146 2.37	15,75 Aa α	14,62 Aa α	15,26 Aa α	8,03 Ba β	
Elefante B	14,52 Aa α	14,14 Aa α	14,48 Aa α	8,86 Ba β	
IRI 381	15,06 Aa α	14,84 Aa α	12,96 Aa α	9,42 Ba β	

EPM – Erro padrão da média. Letras minúsculas diferentes na coluna diferem entre os genótipos, letras maiúsculas diferentes na linha diferem entre irrigado e não irrigado, letras gregas diferentes na linha diferem entre os períodos do ano dentro do tratamento irrigado ou não irrigado de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Em relação ao período seco, foram registradas maiores proporções deste tecido no tratamento com presença de irrigação. Dentre os períodos do ano, no período seco observou-se menor ($P \leq 0,05$) desenvolvimento destes tecidos, dentro do tratamento não irrigado. Além disso, foram encontradas no genótipo Mott menores proporções deste tecido de sustentação, nas duas frações da planta avaliadas.

Houve efeito significativo ($P \leq 0,05$) isolado dos genótipos para a proporção de floema, apenas para as lâminas foliares. Verificou-se maior área ocupada por floema no genótipo Mott (6,18%), quando comparado aos demais (4,75%) que não diferiram entre si. A proporção média de floema na fração colmo foi de 3,73% e não variou ($P \leq 0,05$) entre os genótipos avaliados (Figura 9).

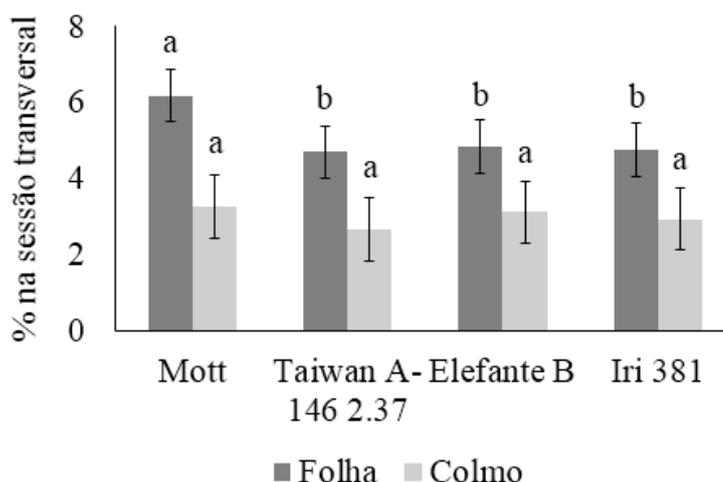


Figura 9. Efeito dos genótipos sobre a proporção de floema (% na seção transversal) em fragmentos de lâmina foliar ($P = 0,0002$) e colmo ($P = 0,0516$), em *Pennisetum purpureum*. Letras minúsculas comparam os genótipos, de acordo com o procedimento PDIFF ajustado pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.

No estudo das correlações (Tabelas 6 e 7) entre componentes químicos e anatômicos em lâminas foliares e colmos de genótipos de *Pennisetum*, verificou-se maior número de correlações significativas no colmo, quando comparado às lâminas foliares.

Tabela 6. Coeficientes de correlação linear simples ($n = 128$) entre componentes químicos e anatômicos em lâminas foliares de *Pennisetum purpureum*.

	EPIada	EPIaba	ESC	BV	MES	XIL	FLO
A+B1	-0,059	0,186	-0,263*	-0,277*	0,427*	-0,279*	-0,124
B2	0,266*	0,133	0,113	0,316*	-0,227*	0,298*	-0,034
C ₁	0,266*	0,006	0,605*	-0,081	-0,340*	0,428*	0,132
NNP	-0,125	-0,246*	-0,212*	0,102	0,340*	-0,195*	0,123
B1+B2	-0,036	-0,073	0,105	-0,056	0,061	-0,006	-0,149
B3	0,030	0,172	0,034	0,292*	-0,213*	0,091	0,101
C ₂	0,633*	0,629*	0,221*	0,052	-0,781*	0,457*	-0,082
FDN	0,164	-0,035	0,356*	0,083	-0,236*	0,255*	0,070
FDA	0,376*	0,091	0,647*	0,111	-0,459*	0,363*	0,100
PB	0,014	0,019	-0,534*	0,026	0,321*	-0,064	-0,317
LIGNINA	0,081	0,138	0,359*	0,353*	-0,395*	0,206*	0,061
DIVMS	0,076	0,0263	-0,387*	0,294*	0,571*	0,034	-0,068

A+B1 – carboidratos de rápida degradação ruminal; B2 - carboidratos de lenta degradação ruminal; C₁ – carboidratos indigestíveis; NNP – nitrogênio não proteico; B1+B2 – fração rapidamente degradável no rúmen+fração de degradação intermediária; B3 – nitrogênio de lenta taxa degradação ruminal; C₂ – nitrogênio indigestível; FDN – fibra em detergente neutro; FDA – fibra em detergente ácido; PB – proteína bruta; DIVMS – digestibilidade *in vitro* da matéria seca. * $P \leq 0,05$.

Nas lâminas foliares (Tabela 6) observaram-se fortes correlações positivas e significativas ($P \leq 0,05$) entre epiderme adaxial e abaxial e nitrogênio indigestível (C₂)

(0,633; 0,629). Os carboidratos indigestíveis (C₁), FDA e PB apresentaram fortes correlações com o tecido esclerequimático, enquanto que para o mesófilo verificaram-se correlações positivas entre digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e negativas com a fração C dos compostos nitrogenados (-0,781).

A FDN da fração colmo esteve correlacionada com a epiderme (0,542) (Tabela 7). O tecido esclerenquimático apresentou fortes correlações positivas com a fração dos carboidratos de lenta taxa de degradação ruminal e lignina e negativa com a PB.

O xilema e fibras associadas apresentaram correlações significativas e negativas com o nitrogênio não proteico e fração de proteína de lenta degradação ruminal. Para o parênquima, foram verificadas correlações negativas com a fração B2 dos carboidratos (lenta degradação ruminal) e lignina. O floema nas lâminas foliares, por sua vez, apresentou correlação positiva com a DIVMS.

Tabela 7. Coeficientes de correlação linear simples ($n = 128$) entre componentes químicos e anatômicos em colmos de *Pennisetum purpureum*.

	EPI	ESC	PAR	XIL	FLO
A+B1	0,017	-0,287*	0,173	-0,030	0,036
B2	-0,050	-0,042	-0,564*	0,112	0,0561
C	0,395*	0,718*	0,129	0,353*	-0,468*
NNP	0,008	-0,263*	0,050	-0,645*	0,119
B1+B2	-0,393*	-0,326*	-0,308*	-0,562*	0,390*
B3	0,261*	0,261*	-0,258*	0,376*	-0,067
C	0,338*	0,198*	-0,141	0,394*	0,107
FDN	0,542*	0,463*	-0,115	0,314*	0,067
FDA	0,241*	0,482*	-0,373*	0,407*	-0,046
PB	-0,248*	-0,590*	0,120	-0,403*	0,290*
LIGNINA	0,0241	0,644*	-0,567*	0,304*	-0,234*
DIVMS	0,111	-0,487*	-0,390*	-0,428*	0,499*

A+B1 – carboidratos de rápida degradação ruminal; B2 - carboidratos de lenta degradação ruminal; C – carboidratos indigestíveis; NNP – nitrogênio não proteico; B1+B2 – fração rapidamente degradável no rúmen+fração de degradação intermediária; B3 – nitrogênio de lenta taxa degradação ruminal; C – nitrogênio indigestível; FDN – fibra em detergente neutro; FDA – fibra em detergente ácido; PB – proteína bruta; DIVMS – digestibilidade *in vitro* da matéria seca. * $P \leq 0,05$.

DISCUSSÃO

No genótipo Mott, de porte baixo, foi verificada maior proporção da epiderme adaxial nas lâminas foliares, em relação aos outros genótipos (Figura 2). Este resultado

pode ser atribuído à maior área de células buliformes verificadas nas paredes internas da epiderme. Além disso, é na face adaxial que ocorrem as maiores variações na proporção da epiderme ocorrem na face adaxial, devido à ocorrência destas células (Gomes et al., 2011).

Quanto à epiderme abaxial, os genótipos IRI 381 e Mott apresentaram maior e menor proporção, respectivamente, explicado em função da maior necessidade de sustentação das folhas dos genótipos de porte alto e Taiwan A-146 2.37 que apresenta conformação ereta e espetada (Silva et al., 2009). Com isso, as paredes externas da epiderme se tornam espessas e lignificadas, cobertas por uma camada de cutícula e cera.

Na fração colmo, os genótipos de porte alto e o Taiwan A-146 2.37 apresentaram maiores proporções de epiderme (Figura 3), porém, as proporções de epiderme do colmo foram menores que as proporções registradas nas lâminas foliares, provavelmente devido à ausência de células buliformes nos colmos. A presença de células buliformes na epiderme das lâminas foliares também pode explicar a maior digestibilidade *in vitro* da matéria seca (Tabela 3, Capítulo II), pois de acordo com Bauer et al. (2008), a composição da parede celular das células buliformes é semelhante às células do mesofilo, ou seja, de fácil digestão.

Em relação ao tecido esclerenquimático (Tabelas 2 e 3 e Figura 6), xilema e fibras associadas (Tabela 5) nas duas frações da planta avaliadas, observou-se aumento na proporção destes tecidos ($P \leq 0,05$) no tratamento irrigado e no período do ano em que houve o favorecimento do crescimento da planta, especialmente da fração colmo, por serem tecidos que participam na sustentação da planta. Além disso, são tecidos que apresentam baixa digestão (Akin, 1989), como observado na Figura 5 e Tabela 4, Capítulo II.

Paciullo et al. (2002) também observaram nas frações da planta de Capim-braquiária, Capim-gordura e Capim-tifton 85 coletadas em Viçosa-MG, maiores porcentagens de esclerênquima e paredes celulares mais espessas no verão, período do ano em que houve maiores volumes de precipitação pluvial.

Peixoto (2018) apresentaram valores mais elevados de área ocupada por células lignificadas nos genótipos Elefante B (29.799,3 μm) e IRI 381 (24.619,9 μm), quando comparados com os de porte baixo: Mott (16.867,1 μm) e Taiwan A-146 2.37 (17.696,7 μm), cultivados sob as condições da Zona da Mata Setentrional do estado de

Pernambuco, coletados com idade de 60 dias após precipitação acumulada de 435,5 mm, durante o período experimental.

Nos colmos, a maior proporção de esclerênquima no presente estudo pode ser atribuída às alterações sofridas pelas células parenquimáticas ao longo do desenvolvimento desta fração da planta. Com o desenvolvimento, parte das células parenquimáticas apresenta progressivo espessamento e lignificação da parede, formando um rígido e indigestível anel de células esclerenquimáticas. Isto está relacionado à intensa redução na digestibilidade de colmos, com o avançar da idade (Guimarães et al., 2010) (Figura 5 ABCD).

É importante salientar que a lâmina foliar do genótipo Taiwan A-146 2.37 não diferiu dos genótipos de porte alto no que se refere às proporções de esclerênquima, xilema e fibras associadas (Tabelas 2, 3 e 5). Isto pode ser explicado, devido à disposição espetada e ereta das lâminas foliares e rigidez desta fração da planta (Silva et al., 2009), quando comparada aos outros genótipos, o que demanda mais tecidos de sustentação para se manter nesta configuração. Tais tecidos são resistentes à digestão (Akin, 1989), o que explica as correlações negativas encontradas entre estes tecidos e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca, PB, NNP, fração de rápida degradação ruminal dos carboidratos, e positivas com as frações indigestíveis dos carboidratos e compostos nitrogenados, FDN, FDA e lignina (Tabelas 6 e 7). Além disso, nos colmos dos genótipos de porte baixo, de maneira geral estes tecidos de sustentação foram encontrados em menor proporção quando comparados aos de porte alto, devido à menor capacidade de alongamento (Ribeiro, 2019).

Em relação à bainha vascular (BV), onde está localizado mais de 50% das reservas de carboidratos e proteínas da folha (Wilson e Mertens, 1995), o genótipo Mott apresentou maior proporção deste tecido (Figura 7), o que explica o maior teor de proteína (Tabela 3, Capítulo II), principalmente no tratamento não irrigado, no período seco do ano, quando estas células não apresentaram lignificação tão expressiva quanto no período chuvoso do ano.

A BV é constituída por um grupo de células especializadas, que circunda o feixe vascular. Sua digestão em gramíneas C₄ é de forma lenta ou incompleta, em razão da sua parede celular espessa (Carvalho e Pires, 2008). Entretanto, a BV também exerce papel importante no processo fotossintético destas espécies, pois suas células contêm a

enzima Rubisco, responsável pela refixação via ciclo de Calvin do CO₂, inicialmente fixado pela enzima PEPcarboxilase nas células do mesofilo (Gobbi et al., 2011).

Wilson (1994) observou que as gramíneas tropicais podem estar associadas aos diferentes tipos bioquímicos de descarboxilação dos ácidos C₄, como NADP enzima málica (NADP-ME), PEP carboxilase (PCK) e NAD enzima málica (NAD-ME). O tipo NADP-ME apresenta apenas uma bainha em torno dos feixes vasculares e suas células normalmente são pequenas e possuem uma parede celular suberizada (Bauer et al., 2008). Este arranjo de células observada no tipo NADP-ME foi observada na presente pesquisa e explica a correlação positiva e significativa que foi observada nas lâminas foliares (Tabela 6) entre bainha vascular, frações de carboidratos e de compostos nitrogenados de lenta degradação ruminal e lignina.

Embora a bainha vascular seja um tecido de lenta degradação (Akin, 1989), apresentou fraca correlação positiva com a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (Tabela 6). Tal resultado pode ser explicado pela natureza química da parede celular da BV e não à sua proporção na folha (Bauer et al., 2008).

O mesofilo nas lâminas foliares (Tabela 4) é composto por células de parede delgada e normalmente não lignificado. Foi encontrado em menor proporção no tratamento irrigado e no período chuvoso do ano, explicado pelo rápido crescimento das plantas (Ribeiro, 2019) e avanço da idade fisiológica das plantas nestas condições, levando à maior deposição de componentes fibrosos para a sustentação da planta. Estes resultados mostram que a frequência de utilização de uma capineira manejada sob maior suprimento hídrico pode ser maior, e assim, promover o aumento do potencial de produção forrageira em uma propriedade, refletindo positivamente na produção animal, a partir da obtenção de uma forragem com maiores quantidades de tecidos de rápida degradação ruminal.

Paciullo et al. (2001) concluíram que as estimativas das proporções de mesofilo, xilema e esclerênquima, combinadas com a composição química garantem uma boa estimativa do valor nutritivo da forragem.

Menor área de tecido parenquimático foram observadas nos colmos dos genótipos de porte alto (Figura 8), que pode ser associado a maior capacidade de alongamento desta fração da planta. Este comportamento pode explicar as correlações negativas

verificadas com as frações de carboidratos e compostos nitrogenados de lenta degradação, FDA, lignina e DIVMS (Tabela 7).

Os resultados encontrados para o tecido parenquimático estão de acordo Paciuolo et al. (2001), que afirmam que conforme ocorre o desenvolvimento do colmo, parte das células parenquimáticas apresenta progressivo espessamento e lignificação da parede, formando um rígido e indigestível anel de células esclerenquimáticas, e este comportamento está relacionado à intensa redução na digestibilidade de colmos.

Foram verificados nas lâminas foliares do genótipo Mott maiores proporções de floema (Figura 9), enquanto que os demais não diferiram entre eles. Nos colmos não houve variação em relação aos genótipos estudados. Ferreira et al. (2010) apresentaram as seguintes proporções de floema na região cortical e medular, respectivamente, nos colmos dos genótipos Taiwan A-146 2.6, Taiwan A-146 2.03 e Taiwan A-146 2.85 (1,62; 1,24%), (1,71; 1,17%) e (1,81; 0,94%). Os autores concluíram que as células medulares no genótipo Taiwan A-146-2.85 não mostrou praticamente nenhuma lignina.

Na presente pesquisa, o floema apresentou correlação direta com a fração de proteína de rápida degradação ruminal, proteína bruta e digestibilidade *in vitro* e correlações inversa com fração indigestível dos carboidratos e lignina (Tabelas 6 e 7). Porém, Brito e Deschamps (2001) mencionaram que o floema representa cerca de 2% da área total dos tecidos e pode representar muito pouco no valor nutritivo final das plantas, apesar de ser um tecido de elevada digestibilidade.

CONCLUSÕES

O genótipo Taiwan A-146 2.37 apesar de maior proporção dos tecidos de sustentação, é semelhante ao Mott na proporção de mesofilo.

Os genótipos de porte baixo foram superiores na proporção de tecido parenquimático.

As lâminas foliares dos genótipos de Capim-elefante se destacam pela predominância de mesofilo, independente do porte.

A maior proporção de tecidos esclerenquimáticos, xilema e fibras associadas nos colmos dos genótipos de Capim-elefante explicam o seu menor valor nutritivo.

Maior disponibilidade de água, seja proveniente de precipitação ou irrigação, proporciona maiores áreas de tecidos de lenta degradação ou indigestíveis, tornando este um importante fator para manejo e utilização destas plantas.

Estimativas das proporções de mesofilo, xilema, fibras associadas e esclerênquima combinado com a composição química melhora a estimativa de valor nutritivo, devido às altas correlações encontradas.

REFERÊNCIAS

AJAO, A. A.; JIMOH, M. A.; SAHEED, S. A. Studies on anatomical characters indicating C₃ e C₄ photosynthetic metabolism in the genus *Boerhavia* L. (Nyctaginaceae). **Taiwania**, v.62, p.265-271, 2017.

AKIN, D. E. Histological and physical factors affecting digestibility of forages. **Agronomie**, v. 81, p.17-25, 1989.

AKIN, D. E.; RIGSBY, L. Structure and digestibility of tissues in normal and brown midrib pearl millet (*Pennisetum glaucum*). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.56, p.523-538, 1991.

AKIN, D.E. Rumen microbial degradation of grass tissue revealed by scanning electron microscopy. **Agronomy Journal**, v.65, p.825-828, 1973.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. 1998. **Crop Evapotranspiration**, FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56, United Nations Food and Agriculture Organisation, Rome, Italy.

ALVARES, C. A; STAPE, J. L; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, p.711-728, 2013.

AOAC, 1990. Association of Official Analytical, Official Methods of Analysis. 15th Edition. Arlington, VA.

BARBOSA, V. V.; SOUZA, W. M.; GALVÍNCIO, J. D.; COSTA, V. S. O. Análise da variabilidade climática do município de Garanhuns, Pernambuco – Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.9, p.353-367, 2016.

BASSO, K. C.; CECATO, U.; BARBERO, L. M.; LEMPP, B.; GOMES, J. A. N.; LUGÃO, S. M. B. Influência de níveis de nitrogênio na anatomia foliar e valor nutritivo de capim-milênio. **Bioscience Journal**, v.30, p.792-802, 2014.

BAUER, M. O.; GOMIDE, J. A.; SILVA, E. A. M.; REGAZZI, A. J.; CHICHORRO, J. F. Características anatômicas e valor nutritivo de quatro gramíneas predominantes em pastagem natural de Viçosa, MG. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.9-17, 2008.

BRITO, C. J. F. A.; DESCHAMPS, F. C. Caracterização anatômica em diferentes frações de cultivares de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1409-1417, 2001.

CARVALHO, A. P. S.; ARRUDA, R. M.; ABREU, J. G.; SOUZA, A. L.; RODRIGUES, R. C.; LIMA, L. R.; CABRAL, L. S.; NETO, A. B. Agronomic features of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum) cv. Roxo under irrigation. **Semina: Ciências Agrárias**, v.39, p.275-286, 2018.

CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V. Organização dos tecidos de plantas forrageiras e suas implicações para os ruminantes. **Archivos Zootecnia**, v.57, p.13-28, 2008.

CHESSON, A.; STEWART, C. S.; DALGARNO, K.; KING, T. P. Degradation of isolated grass mesophyll, epidermis and fibre cell walls in the rumen and cellulolytic rumen bacteria in axenic culture. **Journal of Applied Bacteriology**, v.60, p.327-336, 1986.

FERREIRA, G. D. G.; CUNHA, M. V.; SILVA, D. K. A.; SANTOS, M. V. F.; MAGALHÃES, A. L. R.; LIRA, M. A.; DUBEUX JUNIOR, J. C.B. Histologia do colmo de clones de capim-elefante na região do agreste de Pernambuco. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, p.36-47, 2010.

FERREIRA, G. D. G.; SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; MELLO, A. C. L.; ALMEIDA, O. C.; RIBEIRO, C. R.; OLIVEIRA, R. L.; PALMIERI, A. D. Quantitative characteristics of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum.) clones in the semi-arid lands of Pernambuco (Brazil). **Revista colombiana de Ciências Pecuárias**, v.26, p.15-23, 2013.

GOBBI, K. F., GARCIA, R., VENTRELLA, M. C., GARCEZ NETO, A. F., ROCHA, G. C. Área foliar específica e anatomia foliar quantitativa do capim-braquiária e do amendoim-forrageiro submetidos a sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1436-1444, 2011.

GOMES, R. A.; LEMPP, B.; JANK, L.; CARPEJANI, G. C.; MORAIS, M. G. Características anatômicas e morfofisiológicas de lâminas foliares de *Panicum maximum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p. 205-211, 2011.

GUIMARÃES, A. K. V. Anatomia comparada com o valor nutritivo de gramíneas forrageiras. **PUBVET**, v.4, p.723-729, 2010.

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

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science Technology**, v.57, p.347-358, 1996.

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

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, J. A.; QUEIROZ, D. S.; SILVA, E. A. M. Correlações entre componentes anatômicos, químicos e digestibilidade *in vitro* da matéria seca de gramíneas forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.955-963, 2001.

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, J. A.; SILVA, E. A. M.; QUEIROZ, D. S.; GOMIDE, C. A. M. Características anatômicas da lâmina foliar e do colmo de gramíneas forrageiras tropicais, em função do nível de inserção no perfilho, da idade e da estação de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.3, p.890-899, 2002.

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

QUEIROZ, D. S.; GOMIDE, J. A.; MARIA, J. Avaliação da folha e do colmo de topo e base de perfilhos de três gramíneas forrageiras. 2. Anatomia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.61-68, 2000.

RIBEIRO, R. E. P. **Estabelecimento, respostas produtivas e morfológicas de genótipos de *Pennisetum* sp. de diferentes portes sob corte e irrigação**. 2019. 106f. Tese (Doutorado em Zootecnia – Forragicultura). Universidade Federal Rural de Pernambuco.

RODRIGUES, R. C.; SOUSA, T. V. R.; MELO, M. A. A.; ARAÚJO, J. S.; LANA, R. P.; COSTA, C. S.; OLIVEIRA, M. E.; PARENTE, M. O. M.; SAMPAIO, I. B. M. Agronomic, morphogenic and structural characteristics of tropical forage grasses in northeast Brazil. **Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales**, v.2, p.214-222, 2014.

SASS, J. **Botanical microtechnique**. The Iowa State. College Press, Ames. 1951. Disponível em: <<https://ia600203.us.archive.org/32/items/botanicalmicrote00sass/botanicalmicrote00sass.pdf>>. Acesso em 15 de setembro de 2018.

SENGER, C. C. D.; KOZLOSKI, G. V.; SANCHEZ, L. M. B.; MESQUITA, F. R.; ALVES, T. P.; CASTAGNINO, D. S. Evaluation of autoclave procedures for fibreanalysis in forage and concentrate feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, v.146, p.169-174, 2008.

SILVA, S. H. B.; SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; FREITAS, E. V.; FERREIRA, R. L. C. 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.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.

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

TOLIVIA D.; TOLIVIA J. F. A new polychromatic method for simultaneous and differential staining of plant tissue. **Journal of Microscopy**, v.148, p.113-117, 1987.

TSUZUKIBASHI, D.; COSTA, J. P. R.; MORO, F. V.; RUGGIERI, A. C.; MALHEIROS, E. B. Anatomia quantitativa, digestibilidade *in vitro* e composição química de cultivares de *Brachiaria brizantha*. **Revista de Ciências Agrárias**, v.39, p.46-53, 2016.

VALENTE, T. N. P.; LIMA, E. S.; GOMES, D. I.; SANTOS, W. B. R.; CESÁRIO, A. S.; SANTOS, S. C. Anatomical differences among forage with respect to nutrient availability for ruminants in the tropics: A review. **African Journal of Agricultural Research**, v.11, p.1585-1592, 2016.

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

VOLTOLINI, T. V.; SILVA, J. G.; SILVA, W. E. L.; NASCIMENTO, J. M. L.; QUEIROZ, M. A. A.; OLIVEIRA, A. R. Valor nutritivo de cultivares de cana-de-açúcar sob irrigação. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, p.894-901, 2012.

WILSON, J. R. Cell wall characteristics in relation to forage digestion by ruminants. **Journal of Agricultural Science**, v.122, p.173-182, 1994.

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

CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES

O cultivo de capineiras irrigadas no Agreste Meridional de Pernambuco é uma alternativa para obtenção de forragem de boa qualidade com regularidade ao longo do ano, independente dos genótipos de *Pennisetum* e porte da planta. Além disso, o uso da irrigação pode ser dispensado no período chuvoso, pois a distribuição e volume de precipitação neste período do ano normalmente é suficiente para que a produção de forragem nas parcelas sem irrigação seja igual ou superior às produções obtidas em parcelas irrigadas.

O menor valor nutritivo e maiores áreas de tecidos de lenta degradação ou indigestíveis dos genótipos de Capim-elefante sob condições irrigadas pode indicar que a frequência de corte deveria ser menor que 60 dias, haja vista os efeitos da água no aumento do crescimento dos genótipos, notadamente nos genótipos de porte alto, a exemplo do Elefante B e IRI 381. O que pode ser uma estratégia para intensificar a produção de volumoso de boa qualidade, proporcionando maior suporte forrageiro e produtividade nas propriedades da região.

A maior quantidade de frações solúveis de carboidratos e compostos nitrogenados observados nas lâminas foliares de Capim-elefante resulta em redução na produção de gás ruminal, indicando superioridade no valor nutritivo, tendo em vista que este substrato permaneceria menos tempo para fermentação no rúmen, devido à alta taxa de degradação dos carboidratos e proporcionaria maiores valores de consumo e desempenho produtivo dos ruminantes.

O genótipo Taiwan A-146 2.37 e os de porte alto apresentaram superioridade nos tecidos de sustentação e composição fibrosa, porém o Taiwan A-146 2.37 foi semelhante ao Mott na proporção de mesófilo e digestibilidade *in vitro* da matéria seca, indicando superioridade no valor nutritivo, quando comparado ao Elefante B e IRI 381.

Os genótipos de porte baixo apresentam maior proporção de tecido parenquimático, sendo as lâminas foliares com predominância de mesófilo. Nos colmos observa-se maior proporção de tecidos esclerenquimáticos, xilema e fibras, o que resulta em menor valor nutritivo desta fração. O período chuvoso do ano proporciona maior crescimento da planta e maiores áreas de tecidos de lenta degradação ou indigestíveis.

A respeito da necessidade de realização de novas investigações, aponta-se a necessidade de se estudar a presença de irrigação associado à fertilização química ou orgânica após cada colheita da capineira.

APÊNDICES

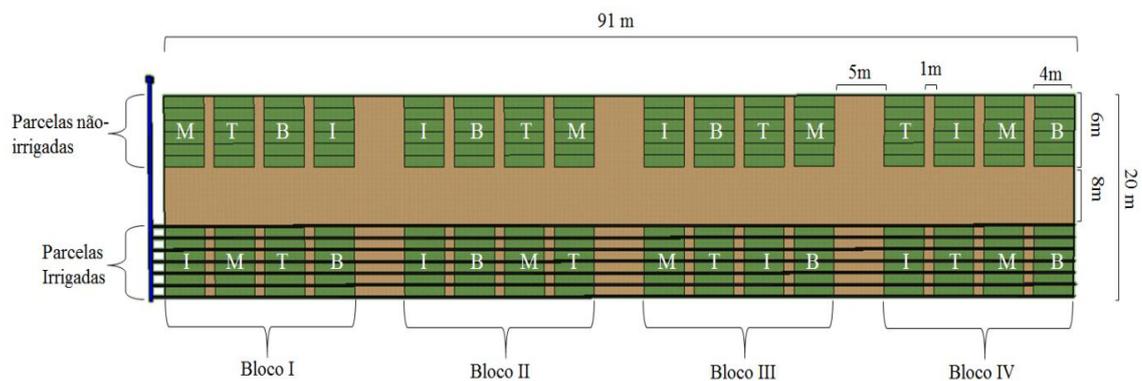


Figura 1. Croqui da área experimental e disposição das parcelas (irrigado e não irrigado) e genótipos nas subparcelas em campo. (M – Mott; T – Taiwan A-146 2.37; B – Elefante B; I – IRI 381).



Figura 2. Vista aérea da área experimental em campo, com as parcelas principais (A) não irrigado e (B) irrigado.



Figura 3. Parcelas irrigadas no período chuvoso do ano.



Figura 4. Visão geral das parcelas irrigadas (lado esquerdo) e não irrigadas (lado direito) no período chuvoso do ano.



Figura 5. Parcelas não irrigadas e irrigadas no período seco do ano.