

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E MORFOGÊNICAS DE
CULTURAS DE INTERESSE ZOOTÉCNICO**

ANDERSON RAMIRES CANDIDO

**CAMPO GRANDE, MS
2023**

<p>CANDIDO, A R.</p>	<p>CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURAIS E MORFOGÊNICAS DE CULTURAS DE INTERESSE ZOOTÉCNICO</p>	<p>2023</p>
----------------------	--	-------------

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E MORFOGÊNICAS DE
CULTURAS DE INTERESSE ZOOTÉCNICO**

Anderson Ramires Candido

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Menezes Dias

Coorientador: Prof. Dr. Gelson dos Santos Difante

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito para obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.

Área concentração: Produção Animal.

**CAMPO GRANDE, MS
2023**



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



Certificado de aprovação

ANDERSON RAMIRES CANDIDO
CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E MORFOGÊNICAS DE CULTURAS DE INTERESSE
ZOOTÉCNICO
STRUCTURAL AND MORPHOGENIC CHARACTERISTICS OF CROPS OF ZOOTECHNICAL
INTEREST

Tese apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito para obtenção do título de Doutor em Ciência Animal. Área de concentração: Produção Animal.

Aprovado em: 15-12-2023

BANCA EXAMINADORA:

Dr. Alexandre Menezes Dias
(UFMS) – Presidente

Dr. Diego Gomes Freire Guidolin
(UFMS)

Dr. Elson Martins Coelho
(UFMS)

Dr. Gelson dos Santos Difante
(UFMS)

Dra. Vanessa Zironi Longhini
(UFMS)

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Vanessa Zironi Longhini, Professora do Magistério Superior**, em 18/12/2023, às 14:56, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Alexandre Menezes Dias, Professor do Magisterio Superior**, em 18/12/2023, às 17:18, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Elson Martins Coelho, Usuário Externo**, em 19/12/2023, às 10:26, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Gelson dos Santos Difante, Professor do Magisterio Superior**, em 19/12/2023, às 16:33, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Diego Gomes Freire Guidolin, Professor do Magisterio Superior - Visitante**, em 09/01/2024, às 08:19, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site

[https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?](https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0)

[acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0](https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador 4553494 e o código CRC 238AE836.

COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

Av Costa e Silva, s/nº - Cidade Universitária

Fone:

CEP 79070-900 - Campo Grande - MS

A Deus

*Aos meus pais, Italo da Silva Candido e Liria Candido, que
nunca mediram esforços para que eu chegasse até aqui
Ao meu irmão, Cezar Candido, pelo apoio
A minha esposa Hadassa de Abreu Candido e
ao meu filho Otto que acompanharam e inspiraram a conclusão deste trabalho*

DEDICO

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus, pois Ele é responsável por tudo que sou e que tenho.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) pela oportunidade de ingresso e da realização deste curso, pela infraestrutura cedida para o desenvolvimento desta pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro durante todo o período de estudos e apoio para realização desta pesquisa.

Ao orientador e amigo Prof. Dr. Zootecnista Alexandre Menezes Dias, pela orientação, ensinamentos, paciência, amizade, estímulo e apoio durante o planejamento e execução deste trabalho, minha gratidão.

Ao Prof. Dr. Zootecnista Gelson dos Santos Difante, pela coorientação e incentivos durante o curso e realização desta pesquisa.

Aos demais membros da banca examinadora da Tese, Dra. Vanessa Zironi Longhini, Dr. Elson Martins Coelho e Dr. Diego Gomes Freire Guidolin, pelas contribuições no aperfeiçoamento desta pesquisa.

Agradeço imensamente a minha mãe Liria Rosa Ramires Candido, ao meu pai Italo da Silva Candido, ao meu irmão Cezar Augusto Ramires Candido, a minha esposa Hadassa K. Antunes de Abreu Candido, ao meu querido filho, Otto de Abreu Candido, por serem o meu suporte e minha inspiração durante esta caminhada.

Aos demais familiares, pelo apoio, orações e incentivo de sempre, muito obrigado.

À ATTO sementes e ao Centro de Pesquisa Bonamigo ATTO Melhoramento (BAM) pela concessão das sementes e apoio a pesquisa.

Aos amigos Amarildo Pedro da Silva, Juliana Oliveira Batistoti, Fernanda de Kássia Gomes, Omar Ali (Moçambique), Rafael Oliveira, Jéssica Silva, Jeniffer Siqueira, Angelo Herbert Arcanjo, Antônio Leandro Chaves Gurgel, Carolina Nascimento, Pedro Ramme, equipe Coneagro Agronegócios pelo apoio a campo, colaboradores e funcionários da Fazenda Escola, Cleiber Montagna, Antônio Lustosa, José Antônio, Sr. Luiz, Sr. Fernando pelo auxílio na condução do experimento.

Enfim, a todos que de alguma maneira contribuíram, acompanharam e incentivaram,

Meu sincero agradecimento!

CANDIDO, A. R. CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E MORFOGÊNICAS DE CULTURAS DE INTERESSE ZOOTÉCNICO. 83f. Tese. Doutorado em Ciência Animal - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2023. Orientador: Dr. Alexandre Menezes Dias.

RESUMO

O milheto se destaca como uma alternativa para ser cultivado em diferentes tipos de clima e solo. Por sua flexibilidade de usos, rusticidade, tolerância a solos de baixa fertilidade, ao déficit hídrico e períodos de veranico, característicos das regiões do Cerrado, além de apresentar boa produção de massa verde e seca. O presente estudo teve como objetivo i) selecionar híbridos de milheto (*Pennisetum* sp) que apresentem potencial para ensilagem; e, ii) comparar o híbrido selecionado às culturas tradicionais (milho e sorgo) para ensilagem. O período experimental compreendeu dois anos agrícolas 20/21 e 21/22, no período das águas. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3 (híbridos ou culturas) x 2 (anos), sendo: experimento i) três híbridos de milheto BAMH 210076, BAMH 210015 e ADRf 6010; e, experimento ii) três culturas, milho KWS 9555, sorgo BRS 658 e milheto ADRF 6010 Valente, ambos com quatro blocos. Como resultados, no experimento (i), constatou-se altas produtividades de massa seca e massa verde encontradas no híbrido ADRf 6010, conseqüentemente mais massa de folhas e colmo, e que a variável altura de planta (AP) pode ser indicativa da estimativa de produção na escolha entre híbridos de milheto. No experimento (ii), o milheto produziu maior massa verde e seca, comparado as culturas de milho e sorgo, sendo um indicativo de cultura que sofre menos efeito na produção com as alterações do clima durante seu desenvolvimento.

Palavras-chave: eficiência, massa de forragem, silagem, seca

CANDIDO, A. R. STRUCTURAL AND MORPHOGENIC CHARACTERISTICS OF CROPS OF ZOOTECHNICAL INTEREST. 83s. Thesis. PhD in Animal Science - Faculty of Veterinary Medicine and Zootecnics, Federal University of Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2023. Advisor: Dr. Alexandre Meneses Dias.

ABSTRACT

Millet stands out as an alternative to be grown in different types of climate and soil. Due to its flexibility of use, rusticity, tolerance to low fertility soils, water deficit and periods of veraison, characteristic of the Cerrado regions, as well as its good production of green and dry mass. The aim of this study was to i) select millet (*Pennisetum* sp) hybrids that have potential for silage; and ii) compare the selected hybrid to traditional crops (corn and sorghum) for silage. The experimental period comprised two agricultural years 20/21 and 21/22, during the rainy season. The experimental design was in randomized blocks, in a 3 (hybrids or crops) x 2 (years) factorial scheme, where: experiment i) three millet hybrids BAMH 210076, BAMH 210015 and ADRf 6010; and, experiment ii) three crops, maize KWS 9555, sorghum BRS 658 and millet ADRF 6010 Valente, both with four blocks. As a result, in experiment (i), the ADRf 6010 hybrid was found to have high dry mass and green mass yields, and consequently more leaf and stalk mass, and that the plant height (PH) variable can be indicative of the production estimate when choosing between millet hybrids. In experiment (ii), millet produced more green and dry mass compared to maize and sorghum, which indicates that the crop suffers less from climate change during its development.

Keywords: drought, efficiency, forage mass, silage

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II	Página
Figura 1. Temperaturas média, mínima, máxima e precipitação mensal durante o período experimental de Julho de 2020 a Julho de 2022.....	23
Figura 2. Área experimental no momento do estabelecimento do ano agrícola 20/21(A); Parcelas aos 21 dias após a sementeira (B).	24
Figura 3. Identificação dos perfilhos dentro das parcelas experimentais.....	24
CAPÍTULO III	Página
Figura 1. Temperaturas média, mínima, máxima e precipitação mensal durante o período experimental de Julho de 2020 a Julho de 2022.....	44
Figura 2. Área experimental no momento do estabelecimento do ano agrícola 20/21(A); Parcelas aos 21 dias após a sementeira (B).	45
Figura 3. Identificação dos perfilhos dentro das parcelas experimentais.....	45
Figura 4. Tombamento de sorgo após vendaval e observação de pragas e doenças causando prejuízos a cultura.....	53

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II	Página
Tabela 1. Produção e composição de híbridos de milho para ensilagem nos diferentes anos.....	33
Tabela 2. Características estruturais de híbridos de milho para ensilagem em diferentes anos.....	34
Tabela 3. Características morfogênicas de híbridos de milho de interesse zootécnicos para ensilagem em diferentes anos.....	35
Tabela 4. Coeficiente de correlação de Pearson entre caracteres morfológicos e agronômicos em relação a produção híbridos de milho.....	36
CAPÍTULO III	Página
Tabela 1. Produção e composição de culturas de Interesse Zootécnicos para ensilagem em diferentes anos.....	59
Tabela 2. Características estruturais de culturas de Interesse Zootécnicos para ensilagem em diferentes anos.....	60
Tabela 3. Características morfogênicas de culturas de Interesse Zootécnicos para ensilagem em diferentes anos.....	61
Tabela 4. Coeficiente de correlação de Pearson entre caracteres morfológicos e agronômicos em relação a produção da cultura de milho.....	62
Tabela 5. Coeficiente de correlação de Pearson entre caracteres morfológicos e agronômicos em relação a produção da cultura de sorgo.....	63
Tabela 6. Coeficiente de correlação de Pearson entre caracteres morfológicos e agronômicos em relação a produção da cultura de milho.....	64

LISTA DE ABREVIATURAS

AC: Altura do colmo;

AIP: Altura da inserção da panícula

AP: Altura da planta;

CP: Comprimento da panícula;

DC: Diâmetro do colmo;

DP: Diâmetro da panícula;

F: Filocrono;

NP: Número de plantas;

NPer: Número de perfilhos;

TAC: Taxa de alongamento de colmo;

TAF: Taxa de aparecimento de folhas;

TALF: Taxa de alongamento de folhas;

t MS ha⁻¹: Tonelada de massa seca de forragem por hectare;

t ha⁻¹: Tonelada por hectare;

MS: Teor de matéria seca

EA: Eficiência no uso da água

Sumário

RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE ABREVIATURAS E SILGLAS	vii
CAPÍTULO I - CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
3. OBJETIVOS	11
4. REFERÊNCIAS	12
CAPÍTULO II – AVALIAÇÃO DE HÍBRIDOS DE MILHETO COMO ALTERNATIVAS PARA PRODUÇÃO DE SILAGEM NO BIOMA CERRADO	19
RESUMO	19
1. INTRODUÇÃO	21
2. MATERIAL E MÉTODOS	23
3. RESULTADOS	28
4. DISCUSSÃO	30
5. CONCLUSÃO	32
6. REFERÊNCIAS	33
CAPÍTULO III - CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E ESTRUTURAIS DE CULTURAS DE INTERESSE ZOOTÉCNICO PARA ENSILAGEM NO VERÃO NO BIOMA CERRADO	39
RESUMO	39
ABSTRACT	40
1. INTRODUÇÃO	41
2. MATERIAL E MÉTODOS	43
3. RESULTADOS	49
4. DISCUSSÃO	51
5. CONCLUSÃO	57
6. REFERÊNCIAS	59
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	70

CAPÍTULO I - CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

A produção de animais ruminantes exige que aspectos nutricionais sejam primordialmente adequados para a melhor conversão do alimento em carne ou leite. No Brasil, a produção forrageira é favorecida pelas características climáticas, que proporcionam condições de luminosidade e temperatura adequadas para o desenvolvimento das gramíneas e leguminosas. No entanto, como uma das particularidades de regiões de clima tropical há a ocorrência do período de vazio forrageiro durante o ano, ocasionado por variações climáticas, ciclo das chuvas, diminuição da intensidade luminosa entre o verão e inverno, o que proporciona a escassez destas fontes de alimento (GALVÃO; BORÉM; PIMENTEL, 2017; SANTIN *et al.*, 2020).

Para amenizar o déficit de produção de forragem, o uso de materiais conservados em forma de silagem se destaca como uma alternativa que poderá ser utilizada como fonte de alimento durante esse período de escassez (VIEIRA *et al.*, 2013). Das forrageiras que mais se adequam para produção de silagem, o milho (*Zea mays*) é considerado a cultura padrão, devido a sua adaptação às épocas de semeadura, alta produção de massa seca (MS) por hectare, padrões fermentativos adequados (teor de MS entre 30 e 35%, mínimo de 3% de carboidratos solúveis na matéria natural, baixo poder tampão) e a não necessidade do uso de aditivos durante a ensilagem (PAZIANI *et al.*, 2009).

Embora o milho seja uma excelente forrageira para confecção de silagem, sua produção é muito dependente das favoráveis condições climáticas. Bastos *et al.* (2018), relataram uma variação de queda na produção de milho de 28,2 para 17,4 t MS ha⁻¹, na estação de águas (primeira safra) e seca (segunda safra ou safrinha), respectivamente. Demonstrando assim, a necessidade da obtenção de híbridos tropicais de milho, e forrageiras alternativas mais tolerantes às condições tropicais como sorgo e milheto.

Como alternativa de substituição nas regiões onde a cultura do milho é posta em risco, a cultura do sorgo (*Sorghum bicolor*) tem se destacado em razão da sua melhor eficiência do uso da água, tolerância às altas temperaturas do verão, períodos de seca/estiagem e falta de irrigação (CONTRERAS-GOVEA *et al.*, 2010). No entanto, ambas culturas são exigentes em fertilidade do solo, em que o Cerrado se caracteriza por ser de baixa fertilidade, solos ácidos e deficiente em nutrientes.

Como estratégia de substituição de culturas tidas como padrão, o milheto (*Pennisetum glaucum*) pode ser utilizado pelos produtores por sua rusticidade e adaptabilidade a solos de baixa fertilidade, rápido desenvolvimento e boa produção de massa, o que permite melhor

flexibilidade na época de semeadura e alto potencial produtivo (SILVA, 2016). A cultura pode ser uma opção ao milho e sorgo para produção de silagem, em especial nas localidades de melhor disponibilidade de água e na safrinha, com produção variando entre 14,51 e 20,14 t MS ha⁻¹ de genótipos colhidos em estágio de grão farináceo/duro (ALBUQUERQUE *et al.*, 2010).

Com esta pesquisa pode-se definir como hipóteses: (i) os híbridos em estudo tem capacidade de produção superior ao híbrido comercial lançado; (ii) os híbridos de milho são mais produtivos, tolerantes a estiagem e resistentes do que a cultura do milho e sorgo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar as características morfogênicas, estruturais e produção de culturas agrícolas de interesse zootécnico, em substituição às culturas tradicionais de milho e sorgo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Características gerais do Milho

Em relação à origem do milho existem várias teorias, podendo ser considerado originário da América Central ou México. Dentre as teorias mais aceitas é que foi originário do teosinto (*Zea spp.*), que é uma gramínea que apresenta certa semelhança com milho, podendo ser utilizado na alimentação humana e animal. Os povos que habitavam na América central foram os responsáveis pela domesticação do milho, e através da seleção adquiriram um grande número de raças. Outro ponto relevante, foi a chegada dos europeus na América, onde observaram a existência de vários tipos de milho domesticados e cultivados pelos indígenas, posteriormente esse material foi estudado e classificado (PATERNIANI; NASS; SANTOS, 2000).

A produção global de milho safra anual 2021/22 foi estimada em 1.190,3 milhões de toneladas, um incremento de 5,9% em relação ao ano anterior. Este aumento foi impulsionado pelo consumo de ração animal e pela utilização de biocombustíveis. No entanto, o relatório também destacou o potencial impacto das condições climáticas, como as secas na América do Sul e as inundações na Austrália, e que em vários países poderia afetar a produção e o fornecimento global de milho (USDA, 2022). No Brasil, o milho foi a segunda maior cultura em produção agrícola no país, sendo ultrapassada apenas pela soja. Na safra 2021/22, produziu 112,9 milhões de toneladas, desses, 99,3 milhões foram cultivados na primeira, segunda e terceira safra, destacando-se os estados do MT (1º), PR (2º), GO (3º) e MS (4º), que juntos, representam em média 87% da produção desse período, com produtividade média nacional de 5.391 kg ha⁻¹ (CONAB, 2022).

As conquistas do melhoramento genético do milho são amplamente aceitas pelos produtores, devido ao excelente desempenho das variedades lançadas no mercado. Este desempenho (produtivo, adaptados a estresses e com estabilidade produtiva) atinge todas as regiões do país e requer variedades de materiais capazes de apresentar bom potencial nas mais variadas condições ambientais.

Variedades de outras regiões ou não melhoradas não dão respostas produtivas confiáveis e exigem que o trabalho de melhorista seja realizado nas mais diversas condições ambientais, procurando materiais produtivos, mas sobretudo, materiais que demonstrem adaptabilidade e estabilidade em áreas com potencial agrícola (TEIXEIRA; TRINDADE, 2021).

Vale ressaltar que a obtenção de altas produtividades de milho no Brasil está diretamente relacionada ao uso de novas tecnologias, que favorecem a profissionalização do

setor e ao uso de novas técnicas agrícolas, como o plantio mais adensado, devido ao menor espaçamento de plantio. Entre essas tecnologias podemos destacar variedades de milho híbrido simples e triplo com alto potencial genético, uso de sementes de alta qualidade, correção adequada do solo, manejo fitossanitário de doenças e o uso de cultivares transgênicas (EMBRAPA, 2022).

2.2. Milho para silagem

Vários tipos de espécie de forrageiras podem ser usados para fazer silagem, o milho (*Zea mays* L.) se destaca por diversos motivos, entre eles o alto valor nutritivo (7 a 10 % de PB, 30% de amido na MS, mais de 70% de NDT, menos de 30% de FDA e 52% de FDN), ampla adaptabilidade, alta produção de biomassa (aproximadamente 55 t ha⁻¹) e boa fermentação (BUSO *et al.*, 2018). No entanto, outro fator importante na produção de silagem é o seu custo de produção, sendo o milho a cultura mais cara para esse fim (COSTA *et al.*, 2015). Os mesmos autores sugerem que o custo de produção da silagem seja diluído com a adoção de cultivos consorciados de milho e outras forrageiras, como *Panicum maximum*, devido a maior produção de massa seca.

Na produção de ração animal e silagem, o milho é o principal ingrediente, portanto há uma grande demanda por este grão no mercado interno para alimentação de suínos, aves e bovinos. Como o milho é amplamente utilizado na alimentação animal, a disponibilidade e o preço desse produto afetam o valor das proteínas animais e do leite e seus derivados (SOUZA *et al.*, 2018; TIBULO; CARLI TIBULO, 2014).

Na produção de silagem do milho, a exportação de nutrientes importantes para as plantas é muito maior do que na produção de grãos, pois o corte é o mais próximo do solo, ou seja, restam apenas o sistema radicular e parte do caule (DAMIAN *et al.*, 2017). Em algumas regiões, a colheita do milho para silagem começa no estágio R3, quando os grãos estão no "ponto de pamonha", em torno de 25% MS (OLIVEIRA *et al.*, 2013). Visto que, esta fase é considerada cedo para iniciar a colheita, pois a relação negativa entre planta/grão ainda é favorável no caso de partes verdes, ou seja, há maior proporção de volumoso, embora o teor de fibras possa ser menor neste estágio (ZOPOLLATTO *et al.*, 2009).

Autores relatam que existem várias razões para esta decisão, mas duas das principais são a dependência de equipamento forrageiro alugado e/ou emprestado e a rigidez do colmo do milho, que é menor no estágio R3. Ou seja, no estágio R3, o desgaste do mecanismo de corte da máquina alimentadora é menor, pois os feixes são mais macios. No entanto, a qualidade bromatológica da silagem diminui, o que pode levar os animais ao aumento no

consumo para atender às necessidades nutricionais, com menos silagem convertida produto (carne ou leite), pois o estágio ideal de colheita é o R5, quando o grão atinge entre 30 e 35% de MS, com aspecto de 50% de grãos leitosos (ZOPOLLATTO *et al.*, 2009).

O uso exclusivo de milho para silagem apresenta algumas limitações, como baixo teor de proteína bruta (entre 7 a 7,5%). Alternativas para suprir essa necessidade incluem a combinação com leguminosas, que são plantas com baixa relação C/N, por meio da tecnologia de consórcio, uso de fontes de nitrogênio não protéico (NNP), como a ureia, em quantidades limitadas, para não interferir no pH e no consumo de MS (LEMPP; MORAIS; SOUZA, 2000; SILVA *et al.*, 2009)

A exigência do milho varia de 400 a 700 mm de precipitação, para produzir sem irrigação. A insuficiência de água afeta na taxa de crescimento (altura e área foliar), florescimento e enchimento de grãos. Para a produção de matéria verde ideal, espera-se que seja em torno de 55 t ha⁻¹, com a janela de colheita em torno de 10 dias ou mais (GALVÃO; BORÉM; PIMENTEL, 2017).

2.3. Características gerais do sorgo

Pertencente à família *Poaceae* o sorgo (*Sorghum* L. moench) é nativo da África e parcialmente da Ásia (MACEDO; RODRIGUES; FERREIRA, 2019) e possui um mecanismo fotossintético C4 que o torna adaptável a climas tropicais (CARVALHO, 2017) O cultivo do sorgo tem sido utilizado para diversos fins, enfatiza-se o uso do tipo forrageiro na alimentação animal. Esse fato se deve às características da planta, como a tolerância ao déficit hídrico, variando de 375 a 625 mm, devido ao seu sistema radicular profundo e ao uso de rebrota, o que a torna vantajosa em relação a espécies economicamente mais favoráveis, como o milho (BORÉM; PIMENTEL; PARRELLA, 2014; NAKAO *et al.*, 2019)

Entre os tipos de sorgo, o granífero é o mais cultivado, em 1.072,3 mil ha de área plantada e produziu 2.997,7 mil t (CONAB, 2023), em seguida, o silageiro ocupa aproximadamente 400 mil hectares de área plantada para ensilagem no país (RODRIGUES; JULIO; MENEZES, 2021), Além de que, apresenta um bom valor nutritivo, equiparado ao milho, e elevada produção de forragem, em torno de 30 t ha⁻¹ (BORÉM; PIMENTEL; PARRELLA, 2014).

Com base na necessidade de utilizar culturas alternativas na segunda safra, o sorgo é uma cultura com grande potencial, visto que possui sistemas adaptativos para solos com escassez de água e com média fertilidade (VON PINHO *et al.*, 2007). No Brasil, o sorgo é cultivado como segunda safra, assim como o milho (*Zea mays* sL.), que com menores

rendimentos de segunda safra, promove a disseminação do sorgo, principalmente, nas regiões do Cerrado. Com isso, o sorgo tornou-se uma alternativa viável e mais comum em áreas do país onde é cultivada a segunda safra (CABRAL *et al.*, 2023).

Os programas de melhoramento do sorgo buscam genótipos que apresentem aumento de rendimento da produtividade, resistência aos estresses bióticos (antracnose, míldio, ergot, helmintosporiose, podridão no colmo, *Spodoptera frugiperda* e pulgão), tolerância aos estresses abióticos (seca, acidez do solo, baixas temperaturas no inverno na região Centro-Sul e deficiência nutricional), característica para qualidade de grãos e forragens, precocidade, insensibilidade ao fotoperíodismo, ampla adaptabilidade e estabilidade (BARROS *et al.*, 2021; MENEZES *et al.*, 2019).

Os métodos de melhoramento para culturas autógamas também são aplicados na cultura do sorgo, isso devido a predominância de sua reprodução por autofecundação, visto que também é utilizada técnica de melhoramento usadas em espécies alógamas, o que só foi possível por causa da descoberta das fontes de macho-esterilidade (ACQUAAH, 2012; HOUSE, 1985; RAKSHIT; BELLUNDAGI, 2019). Oliveira *et al.*, (2021), relatam os dois tipos de macho-esterilidade amplamente utilizados em sorgo, a macho-esterilidade genética (GMS-Genetic male sterility) e a macho-esterilidade genético-citoplasmática (CMS - Cytoplasmic male sterility). Em resumo, a GMS é utilizada em estratégias de melhoramento populacional e a CMS é utilizada na produção de híbridos.

Vale ressaltar no sorgo o melhoramento realizado pelas empresas que se dedicaram nas pesquisas em torno dessa cultura. No passado, quando se analisava um híbrido para silagem se buscava o material que possuía maior produção de massa seca ou maior produção de massa verde. Atualmente, com o avanço da tecnologia de avaliação e maior conhecimento da parte nutricional, é conhecido que nem sempre o híbrido com maior produção de massa seca é o material que irá proporcionar maior rendimento animal em carne e leite. A prática de conservação de forragens sob a forma de silagem é uma das mais propagadas e crescentes no Brasil. Conforme a exploração da pecuária se torna mais tecnificada, a procura de melhores índices zootécnicos e de rentabilidade econômica têm incentivado os produtores de leite e de corte a adotarem sistematicamente essa prática (RODRIGUES; JULIO; MENEZES, 2021).

2.4. Sorgo para silagem

No Brasil, o sorgo pode ser agronomicamente classificado em seis grupos: i) granífero; ii) forrageiro, para produção de silagem; iii) sacarino para a produção de etanol; iv) para pastejo ou corte verde e fenação; v) palhada, para cobertura morta no plantio direto; e vi)

vassoura, para produção de vassoura artesanal. Dos seis grupos, o sorgo granífero é o que tem maior expressão econômica (MENEZES *et al.*, 2021).

O uso da cultura de sorgo vem crescendo no processo de produção de silagem, destacando-se por sua facilidade de cultivo, pelos altos rendimentos, pela tolerância à seca e pela capacidade de se cultivar a rebrota quando submetido a manejo adequado (RODRIGUES, 2014). De acordo com Ribas (2003), o sorgo é uma extraordinária fábrica de energia, de enorme finalidade em regiões muito quentes e secas, onde o homem não consegue boas produtividades de grãos ou de forragem cultivadas, quando comparado com o milho.

A utilização do sorgo na forma de silagem é favorável por esta cultura expressar níveis adequados de carboidratos solúveis, baixa capacidade tamponante e matéria seca acima de 25% (JOBIM *et al.*, 2007). Portanto, o cultivo de sorgo dos mais variados espécimes, é bastante relevante, nas regiões semiáridas, e não semiáridas do Brasil, expressando bons resultados na produção de silagens, e produtividade de grãos, logo destacando por possuir boa rusticidade (FRANÇA; SILVA; LIMA, 2017).

Por ser uma cultura que produz silagens com boas características fermentativas, variando em torno de 90% a 95% do valor nutritivo do milho quando fornecido como único volumoso, ou 85% a 90% quando ingrediente de uma dieta (AMIN; MELLO, 2009)

Para Rodrigues *et al.*, 2012, a silagem de sorgo e milho são alimentos ricos em energia e pobres em proteína, cálcio e fósforo, logo apresentam uma composição química semelhante, a silagem de sorgo pode substituir a de milho, porém contém de 10 a 20 % menos energia que a silagem de milho (base seca). Isto é resultado principalmente a maior perda de grãos nas fezes. Por esta razão o estágio de maturação da planta de sorgo no momento de ensilagem é primordial, pois quanto mais avançado o estágio de maturação, maior a dureza dos grãos, com menor digestibilidade e maior a perda nas fezes. De modo que, recomenda-se que a ensilagem seja realizada no estágio de grão leitoso-pastoso, de 25 a 30% de MS. (BORÉM; PIMENTEL; PARRELLA, 2014).

Ademais, por apresentar formato e tamanho reduzido, muitos grãos passam inteiros pela ensiladeira, de maneira que o amido contido neles não seja totalmente aproveitado no rúmen (RESENDE *et al.*, 2016). O sorgo também pode apresentar tanino nos grãos e glicosídeo cianogênico nas partes verdes da planta. O tanino não tem importância toxicológica, entretanto, é supressor da digestibilidade da proteína e dos carboidratos, o que reduz o valor biológico do grão. Por outro lado, o glicosídeo cianogênico (conhecido como durrina) pode causar acidentes digestivos em ruminantes, no entanto sua concentração é maior

em partes verdes de plantas jovens, principalmente quando menores de 30 dias de rebrota (BORÉM; PIMENTEL; PARRELLA, 2014).

2.5. Características gerais do Milheto

O milheto possui mais de 140 espécies e pertence à família *Poaceae* (*Gramineae*), subfamília *Panicoideae*, tribo *Paniceae*, subtribo *Panicenae*, gênero *Pennisetum* ((BRUNKEN, 1977), 1977). O *Pennisetum glaucum* (L. R. Br.) é uma espécie economicamente importante devido às suas características estruturais, entregando elevada produção de massa seca, tornando-a adequada para uso como cobertura do solo ou adubo verde, possibilita o uso da planta inteira para os animais, como também os seus grãos que podem ser aproveitados na alimentação dos animais e do homem (PACHECO *et al.*, 2014).

A origem do milheto é na região do Sahel, no Oeste da África, pois é nesse local que apresenta maior número de espécies selvagens, sendo cultivadas entre 4 a 5 mil anos. As variedades manuseadas na África Ocidental apresentam espiguetas densamente pilosas, diferentemente das variedades da África Oriental e da Índia, que são glabras ou apresentam pequena pilosidade (SILVA; FRATONI; SCUDELETTI, 2015). Sua faixa de temperatura ótima para o desenvolvimento está entre 30 °C e 34 °C, podendo ser inibido quando em temperaturas menores que 10 °C (LANDAU; PEREIRA FILHO, 2009).

A precipitação anual ideal para o cultivo de milheto situa-se entre 200 e 600 mm, tornando-o uma das espécies de grãos mais resistentes à seca existentes (ZARNKOW, 2014).

O milheto é um dos principais cereais produtores de grãos para alimentação de milhões de pessoas nos continentes africano e asiático e de forragem para a alimentação animal. Visto que mais de 95% da cultura do milheto cresce principalmente nas zonas semiáridas desses dois continentes, é possivelmente o cereal que tem o maior potencial de adaptabilidade aos extremos dos fatores ambientais de temperatura e umidade. Embora a notória importância do milheto nesses continentes, a pesquisa em melhoramento genético tem sido limitada (MARTINS NETTO, 2018).

Com a abertura e ocupação do milheto na região do cerrado brasileiro por meio da tecnificação da agricultura, essa cultura tem-se mostrado uma excelente opção para cobertura do solo em áreas de plantio direto, sendo também uma fonte de grãos e forragem para as regiões que apresentam deficiência hídrica (LANDERS, 1995).

Dentre suas características, o milheto consegue se adaptar em regiões com estações de crescimento com curta duração e intervalos frequentes de estiagem causados por limitada precipitação, altas temperaturas e solos de baixa fertilidade. Considerado uma forrageira anual

de verão, adequada para produção de silagem, pastejo direto e feno. Podendo ser cultivada em partes no semiárido do Nordeste e em algumas regiões do Rio Grande do Sul, cujo rendimento alcançado de massa seca pode ser superior a 10t ha⁻¹ em um corte. Possui excelente capacidade de rebrota e forragem de boa qualidade (DOVE; MYER, 1995; HILL *et al.*, 1996; VIANA, 1982).

O milheto possui maiores níveis de proteína, em torno de 15%, e menor níveis de gorduras e valor energético quando equiparado ao milho e ao sorgo. Possui também características desejáveis na produção de forragem, crescimento rápido, eficiência na transformação de água em matéria seca e eficiência em solos de baixa fertilidade e arenosos (SODRÉ FILHO *et al.*, 2004).

O programa de melhoramento genético do milheto está sendo reativado, pelo fato de mais de 90% do germoplasma disponível no Brasil provém de outros países. Visto que a Embrapa já disponibiliza cultivares adaptadas às condições edafoclimáticas. Estudos voltados ao melhoramento do milheto é considerado indispensável, pois o mesmo é o sexto cereal mais cultivado (após o trigo, arroz, milho, cevada e sorgo) no país (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

O Banco Ativo de Germoplasma de Milheto da Embrapa Milho e Sorgo possui 1.191 acessos da planta, introduzidos ao longo de 18 anos e que estabelecem um germoplasma suficiente para desenvolver novas cultivares superiores (MARTINS NETTO, 2018).

Se faz necessário a caracterização morfológica e molecular, multiplicação de acessos de milheto para intensificar a utilização do germoplasma em programas de melhoramento genético de instituições públicas e privadas. Hoje, a maior parte dos acessos já se encontra caracterizada morfológicamente (MARTINS NETTO; ANDRADE 2000).

2.6. Milheto para silagem

O milheto em relação a suas características estruturais, apresenta bom potencial como forrageira na dieta dos ruminantes, podendo ser explorado na forma de silagem (LIMA; CASTRO; TAMASSIA, 1999). Existem vários fatores que contribuem para a adquirir silagem com boa qualidade, entre eles o teor de MS, que deve ficar em torno de 28,0% e 35,0%, para beneficiar uma boa fermentação (ANTUNES, 2018)

A silagem do milheto é de qualidade satisfatória, apresentam custos inferiores quando equiparada às culturas padrão por conta da sua baixa exigência hídrica e de fertilidade do solo e, além dessas características, destaca-se também a rebrota após corte, proporcionando a opção de pastejo direto pelos animais e proteção do solo contra os intempéries (JACOVETTI *et al.*, 2018).

Há a necessidade de estudar a decisão econômica de adotar o milheto como cultura para produção de silagem, pois o teor energético é inferior quando comparado às culturas do milho e do sorgo (ALBUQUERQUE *et al.*, 2010). Por outro lado, possui elevada qualidade e o teor proteico, semelhantes ou acima de 12% (DURÃES; MAGALHÃES; SANTOS, 2003; GUIMARÃES JÚNIOR; GONÇALVES; RODRIGUES, 2009). Na safrinha, a produtividade do milheto e o valor nutritivo da sua silagem fazem da cultura uma interessante alternativa para os produtores rurais.

No ponto ideal para colheita, quando os grãos apresentam estágio pastoso-farinário, a matéria seca está em torno de 20% a 25% (PINHO *et al.*, 2014), o que pode ocasionar em fermentação indesejável, aumentando as perdas por efluente e reduzindo a qualidade final da silagem (KUNG JUNIOR *et al.*, 2018)

Dependendo da época de plantio, e em função da fertilidade do solo, cultivar e precipitação o milheto pode produzir de 20 a 70 t de massa verde ha⁻¹ (BONAMIGO, 1999; GUIMARÃES JÚNIOR; GONÇALVES; RODRIGUES, 2009). Pereira Filho *et al.* (2016) relataram, que como característica forrageira, o milheto pode chegar a produções entre 60 t ha⁻¹ de massa verde e a 20 t ha⁻¹ de matéria seca, quando cultivado nos meses de setembro e outubro.

O uso do milheto na agricultura brasileira vem aumentando exponencialmente, principalmente no plantio direto, como alternativa como palhada para o solo. Seu cultivo tem sido expandido tanto para produção de forragem, pastejo ou silagem quanto para a produção de grãos. Tem uma boa adaptação a plantios de fim de verão e princípio de outono, visto como uma cultura com grande potencial para utilização em plantios de sucessão (ALBUQUERQUE *et al.*, 2010).

Novilhas consumindo silagem de sorgo e milheto expuseram elevada ingestão e digestibilidade da matéria seca (MS) comparadas àquelas que consumiram silagens de forrageiras de clima temperado (ANDREWS; KUMAR 1992). A produção de leite, digestibilidade e fermentação ruminal de vacas no terço médio da lactação recebendo como volumosos a silagem de milheto (50% da MS total) ou silagem de milho ou alfafa e observaram que o consumo de MS, a produção de leite e a digestibilidade não foram influenciados pelos tratamentos (MESSMAN *et al.*, 1992). Dessa forma, a silagem de milheto pode ser considerada como alternativa importante de volumoso para alimentação de ruminantes, mesmo em animais mais exigentes como vacas em lactação.

Atualmente, tem-se elaborado e lançado novos genótipos de milheto, apesar disso, pesquisas são essenciais para a aquisição de respostas estruturais e de suas silagens,

permitindo a recomendação de cultivares superiores para as suas diversas utilidades nos sistemas de produção agropecuária (PINHO *et al.*, 2013).

3. OBJETIVOS

GERAL

Selecionar o potencial de produção de diferentes híbridos de milheto em dois anos agrícolas, no período das águas, para ensilagem no bioma Cerrado.

Comparar híbrido de milheto (*Pennisetum* sp) com potencial para a produção de silagem, em relação às culturas tradicionais de milho e sorgo, em dois anos agrícolas no período das águas, em relação a suas características morfológicas e estruturais de interesse zootécnico no Bioma Cerrado.

ESPECÍFICO

Avaliar a produtividade, características morfológicas das gramíneas do gênero *Pennisetum glaucum* híbrido ADRf 6010 Valente, BAMH 210076 e BAMH 210015 (*Pennisetum* sp.), Milho (*Zea mays*) e Sorgo (*Sorghum bicolor*).

4. REFERÊNCIAS

- ACQUAAH, G. **Principles of Plant Genetics and Breeding**. [s.l.: s.n.]
- ALBUQUERQUE, C. J. B.; RODRIGUES, J. A. S.; BRANT, R. S.; LANZA, M. A.; PAES, J. M. V.; FREITAS, R. S. Produtividade do Milheto para Silagem no Município de Uberlândia, MG. Em: XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2010, Goiânia. [...]. Goiânia: 2010. p. 2312–2316.
- AMIN, W. G.; MELLO, S. de P. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS SILAGENS DE GIRASSOL, MILHO, SORGO E MILHETO EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS. **Nucleus Animalium**, v. 1, n. 1, 5 jun. 2009. Disponível em: <<https://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/animalium/article/view/259>>. Acesso em: 10 dez. 2023.
- ANDREWS, D. J.; KUMAR, K. A. Pearl millet for food, feed, and forage. **Advances in Agronomy**, v. 48, n. C, p. 89–139, 1 jan. 1992. . Acesso em: 10 dez. 2023.
- ANTUNES, J. M. **Silagem para suprir a escassez de pasto**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/34247153/silagem-para-suprir-a-escassez-de-pasto>>. Acesso em: 10 dez. 2023.
- BARROS, A. H. C.; SIMÕES, A. L.; BRITO, A. R. de M. B.; SOUZA, B. H. S. de; SOUZA, C. da S. F.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; CAMPOLINA, C. V.; MENEZES, C. B. De; GUIMARÃES, C. T.; ZAGO, C. P.; SANTOS, C. V. dos; CARVALHO, E. X. de; FERNANDES, E. de A. **Melhoramento Genético de Sorgo**. 1. ed. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2021. v. 11–547 p.
- BASTOS, M.; LIMA, L.; GUSMÃO, J.; CARDOSO, M.; AVILA, C.; BERNARDES, T. A survey of maize hybrids for whole-plant silage in a hot climate. 2018. Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/36999>>. Acesso em: 11 abr. 2021.
- BOLFE, É. L.; SANO, E. E.; CAMPOS, S. K. **DINÂMICA AGRÍCOLA NO CERRADO Análises e Projeções**. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2020. v. 11–312 p.
- BONAMIGO, L. A. A cultura do milheto no Brasil, Implantação e Desenvolvimento no Cerrado. Em: Workshop Internacional de Milheto, 1999, Brasília, DF. [...]. Brasília, DF: Embrapa, 1999. p. 31–65.
- BORÉM, A.; PIMENTEL, L.; PARRELLA, R. **Sorgo: do plantio à colheita**. [s.l.: s.n.]275 p.
- BOTTEGA, E. L.; DE QUEIROZ, D. M.; PINTO, F. de A. de C.; DE SOUZA, C. M. A. Variabilidade espacial de atributos do solo em sistema de semeadura direta com rotação de culturas no cerrado brasileiro. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 1–9, 2013. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rca/a/YdW973hd9YNvDtYR36jGPbS/?lang=pt>>. Acesso em: 9 dez. 2023.
- BRUNKEN, J. N. A SYSTEMATIC STUDY OF PENNISETUM SECT. PENNISETUM (GRAMINEAE). **American Journal of Botany**, v. 64, n. 2, p. 161–176, 1 fev. 1977. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/j.1537-2197.1977.tb15715.x>>. Acesso em: 10 dez. 2023.
- BUSO, W. H. D.; MACHADO, A. S.; RIBEIRO, T. B.; SILVA, L. O. PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DA SILAGEM DE HÍBRIDOS DE MILHO SOB DUAS ALTURAS DE CORTE. **REVISTA DE AGRICULTURA NEOTROPICAL**, v. 5, n. 4, p. 74–80, 10 dez. 2018. Disponível em: <<https://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/2682>>. Acesso em: 8 dez. 2023.
- BUSO, W. H. D.; MACHADO, A. S.; SILVA, L. B. e; FRANÇA, A. F. de S. Uso do milheto na alimentação animal. **Pubvet**, v. 5, n. 22, jun. 2011. Disponível em: <<https://ojs.pubvet.com.br/index.php/revista/article/view/2269>>. Acesso em: 10 dez. 2023.
- CABRAL, R. G.; CARDOSO, R. B.; CAVALHEIRO ADORIAN, G.; SILVA, R. Z. da; LEÃO, E. U. COLONIZAÇÃO IN VITRO DE RAÍZES DE SORGO POR

- RIZOBACTÉRIAS. **AGRI-ENVIRONMENTAL SCIENCES**, v. 9, n. 1, p. 8, 30 mar. 2023. Acesso em: 8 dez. 2023.
- CARVALHO, A. L. S. **SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE SORGO PARA PRODUÇÃO DE SILAGEM**: Dissertação. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <http://acervo.ufvjm.edu.br/jspui/bitstream/1/2059/1/ana_luiza_silva_carvalho.pdf>. Acesso em: 8 dez. 2023.
- CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos: Safra 2021/22. 4º levantamento, Brasília: Conab, p. 59 - 69, jan. 2022. v. 9, n. 4, p. 59–69, jan. 2022.
- CONTRERAS-GOVEA, F. E.; MARSALIS, M. A.; LAURIAULT, L. M.; BEAN, B. W. Forage Sorghum Nutritive Value: A Review. **Forage & Grazinglands**, v. 8, n. 1, p. 1–6, 1 jan. 2010. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1094/FG-2010-0125-01-RV>>. Acesso em: 11 abr. 2021.
- CORRÊA, C. E. S.; RODRIGUES, J. A. S.; GONÇALVES, L. C. Determinação da produção de matéria seca e das proporções de colmo, folha e panícula de treze híbridos de sorgo. Em: Sociedade Brasileira de Zootecnia, Reunião Anual, 1996, Fortaleza, CE. [...]. Fortaleza, CE: SBZ, 1996. p. 374–376.
- COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; BERGAMASCHINE, A. F.; LOPES, K. S. M.; DA SILVA LIMA, A. E. Custo da produção de silagens em sistemas de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. **Revista Ceres**, v. 62, n. 1, p. 9–19, 2015. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rceres/a/t6V4k38Tds8Vfv4qKhTnHmj/>>. Acesso em: 8 dez. 2023.
- DAMIAN, J. M.; DA ROS, C. O.; SILVA, R. F. da; COLDEBELLA, I. J.; SIMON, D. H. N. P or K doses on the dry matter and crude protein yield in maize and sorghum for silage. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 47, n. 1, p. 53–61, 1 jan. 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pat/a/nLLPyWKMpzc9bw9xC4xZCcF/abstract/?lang=en>>. Acesso em: 8 dez. 2023.
- DOVE, C. R.; MYER, R. O. Swine performance on HGMTM 100 pearl millet grain. In: NATIONAL GRAIN PEARL MILLET SYMPOSIUM. Em: NATIONAL GRAIN PEARL MILLET SYMPOSIUM, 1995, Georgia. [...]. Georgia: University of Georgia, 1995. p. 110–114.
- DURÃES, F. O. M.; MAGALHÃES, P. C.; SANTOS, F. G. dos. Fisiologia da Planta de Milheto. **Circular Técnica**, n. 28, 2003.
- EMBRAPA. **CTNBio aprova uso comercial de milho transgênico resistente a lagartas**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/71330966/ctnbio-aprova-uso-comercial-de-milho-transgenico-resistente-a-lagartas>>. Acesso em: 8 maio. 2023.
- FERREIRA, E. V. D. O.; ANDRADE, L. A. B. DE; CAMILO, J. A.; CARVALHO, E. D. R. L.; PEREIRA, G. L.; FARIAS, M. D. N.; SILVA, C. G. M. PRODUÇÃO DE MILHO CULTIVADO COM APLICAÇÃO DE COMPOSTO DE ESTÁBULO. **REVISTA BRASILEIRA DE MILHO E SORGO**, v. 22, 10 nov. 2023. Disponível em: <<https://rbms.abms.org.br/index.php/ojs/article/view/1317>>. Acesso em: 9 dez. 2023.
- FRANÇA, I. S.; SILVA, J. C. de S.; LIMA, P. Q. **A importância do sorgo na pecuária bovina leiteira no Brasil**. [s.l.: s.n.].
- GALVÃO, J. C. C.; BORÉM, A.; PIMENTEL, M. A. **Milho: do plantio à Colheita**. 2. ed. [s.l.: s.n.]382 p.
- GONÇALVES, E. N.; QUADROS, F. L. F. de. Morfogênese de milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) em pastejo com terneiras, recebendo ou não suplementação. **Ciência Rural**, v. 33, n. 6, p. 1123–1128, dez. 2003. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cr/a/C6nx43bDNWd3DY8H8Fsnv7M/>>. Acesso em: 10 dez. 2023.

- GUIMARÃES JÚNIOR, R.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S. Utilização do Milheto para Produção de Silagem. **Embrapa Cerrados**, 2009. Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br>>.
- HILL, G. M.; NEWTON, G. L.; STREETER, M. N.; HANNA, W. W.; UTLEY, P. R.; MATHIS, M. J. Digestibility and utilization of pearl millet diets fed to finishing beef cattle. **Journal of animal science**, v. 74, n. 7, p. 1728–1735, 1996. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8818822/>>. Acesso em: 10 dez. 2023.
- HOUSE, L. R. **A Guide to Sorghum Breeding**. [s.l.: s.n.].
- JACOVETTI, R.; FRANÇA, A. F. de S.; CARNEVALLI, R. A.; MIYAGI, E. S.; BRUNES, L. C.; CORRÊA, D. S. MILHETO COMO SILAGEM COMPARADO A GRAMÍNEAS TRADICIONAIS: ASPECTOS QUANTITATIVOS, QUALITATIVOS E ECONÔMICOS. **Ciência Animal Brasileira**, v. 19, p. e-26539, 18 out. 2018. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cab/a/ckKbL8ZQ5qPxPyB5QjcxwSd/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 9 dez. 2023.
- JOBIM, C. C.; NUSSIO, L. G.; REIS, R. A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. suppl, p. 101–119, jul. 2007. . Acesso em: 11 abr. 2021.
- KUNG JUNIOR, L.; SHAVER, R. D.; GRANT, R. J.; SCHMIDT, R. J. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 5, p. 4020–4033, 1 maio 2018. Disponível em: <<http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022030218303242/fulltext>>. Acesso em: 9 dez. 2023.
- LANDAU, E. C.; PEREIRA FILHO, I. A. **Cultivo do Milheto**. [s.l.: s.n.].
- LANDERS, J. N. Fascículo de experiência de plantio direto no cerrado. p. 261, 1995.
- LARA, M. A. S.; PEDREIRA, C. G. S. Respostas morfogênicas e estruturais de dosséis de espécies de Braquiária à intensidade de desfolhação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 7, p. 760–767, jul. 2011. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pab/a/GGHRQDfwR4WsvwgzmWj95DJ/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 10 dez. 2023.
- LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. *Em*: HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. **The ecology and management of grazing systems**. [s.l.] Cab international, 1996.
- LEMPP, B.; MORAIS, M. G.; SOUZA, L. C. F. Produção de milho em cultivo exclusivo ou consorciado com soja e qualidade de suas silagens. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 52, n. 3, p. 243–249, 2000. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/abmvz/a/bfrRfTSdqdNwwtXJf8GtW6x/?lang=pt>>. Acesso em: 8 dez. 2023.
- LIMA, M. L. M.; CASTRO, F. G. F.; TAMASSIA, L. F. M. Culturas não convencionais: girassol e milheto. Em: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 1999, Piracicaba. [...]. Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 167–195.
- MACEDO, T. H. de J.; RODRIGUES, V. A.; FERREIRA, J. S. Seleção e inoculação de rizobactérias em sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Unoesc & Ciência - ACET**, v. 10, n. 2, p. 135–140, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.unoesc.edu.br/acet/article/view/21538>>. Acesso em: 8 dez. 2023.
- MARTINS NETTO, D. A. Germoplasma de Milheto no Banco Genético da Embrapa Milho e Sorgo. **Embrapa Milho e Sorgo**, 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/publicacoes>>.
- MARTINS NETTO, D. A.; ANDRADE, R. V. de. Recursos fitogenéticos de milho, sorgo e milheto. **Embrapa milho e sorgo**, n. 2, p. 22, 2000.

- MARTUSCELLO, J. A.; DA FONSECA, D. M.; DO NASCIMENTO, D.; SANTOS, P. M.; DA CUNHA, D. D. N. F. V.; MOREIRA, L. D. M. Características morfogênicas e estruturais de capim-massai submetido a adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 665–671, 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbz/a/47C75HKwczVhfB5HnwYyMjy/>>. Acesso em: 10 dez. 2023.
- MARTUSCELLO, J. A.; RIBEIRO, Y. N.; BRAZ, T. G. S.; FERREIRA, M. R.; ASSIS, J. A.; JANK, L.; REIS, G. A. Produção de forragem, morfogênese e eficiência agronômica do adubo em capim BRS Quênia sob doses de nitrogênio. **Boletim de Indústria Animal**, v. 75, 10 jul. 2018.
- MENEZES, C. B. de; FERNANDES, E. de A.; PARRELLA, R. A. da C.; SCHAFFERT, R. E.; RODRIGUES, J. A. S. Importância do sorgo para o abastecimento de grãos, forragem e bioenergia no Brasil. *Em: Melhoramento genético do sorgo*. Brasília, DF: Embrapa Milho e Sorgo, 2021. p. 13–58.
- MENEZES, C. B. de; OLIVEIRA, I. C. M.; RODRIGUES, J. A. S.; PARRELLA, R. A. da C.; SCHAFFERT, R. E. **Uso da macho-esterilidade no melhoramento genético de sorgo. - Portal Embrapa**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1117384/uso-da-macho-esterilidade-no-melhoramento-genetico-de-sorgo>>. Acesso em: 8 dez. 2023.
- MESSMAN, M. A.; WEISS, W. P.; HENDERLONG, P. R.; SHOCKEY, W. L. Evaluation of pearl millet and field peas plus triticale silages for midlactation dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 75, n. 10, p. 2769–2775, 1992. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1430482/>>. Acesso em: 10 dez. 2023.
- MOREIRA, L. B.; MALHEIROS, M. G.; CRUZ, B. B. G. da; ALVES, R. E. de A.; OLIVEIRA, K. R. S. de. EFEITOS DA POPULAÇÃO DE PLANTAS SOBRE AS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E AGRONÔMICAS DE MILHETO PÉROLA (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) cv. ENA 1. **Agronomia**, v. 37, n. 1, p. 5–09, 2003.
- MOURA, M. M. A.; DE ASSIS PIRES, D. A.; JAYME, D. G.; COSTA, R. F.; RIGUEIRA, J. P. S.; RODRIGUES, J. A. S. Agronomic performance and nutritive value of millet silages. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 40, p. e34430, 15 fev. 2018. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/asas/a/sWhttddfTSbk9WpFbjFgjwz/?lang=en>>. Acesso em: 10 dez. 2023.
- NAKAO, A. H.; ANDREOTTI, M.; MODESTO, V. C.; PASCOALOTO, I. M.; SOARES, D. de A. PRODUTIVIDADE DE FITOMASSA DE REBROTAS DE SORGO EM CONSÓRCIO COM CAPIM-PAIAGUÁS. **REVISTA BRASILEIRA DE MILHO E SORGO**, v. 18, n. 1, p. 133–147, 16 ago. 2019. Disponível em: <<https://rbms.abms.org.br/index.php/ojs/article/view/1077>>. Acesso em: 8 dez. 2023.
- OLIVEIRA, E. R. DE; SILVA, J. R.; BAUMANN, L. R. F.; MIZIARA, F.; FERREIRA, L. G.; MERELLES, L. R. de O. Technology and degradation of pastures in livestock in the brazilian Cerrado. **Sociedade & Natureza**, v. 32, p. 626–638, 8 set. 2020. Disponível em: <<https://seer.ufu.br/index.php/sociedadenatureza/article/view/55795>>. Acesso em: 9 dez. 2023.
- OLIVEIRA, I. C. M.; MENEZES, C. B. De; PARRELLA, R. A. da C.; SCHAFFERT, R. E. Uso da macho-esterilidade no melhoramento genético do sorgo. *Em: Melhoramento Genético do Sorgo*. Brasília, DF: Embrapa Milho e Sorgo, 2021.
- OLIVEIRA, M. R.; NEUMANN, M.; JOBIM, C. C.; UENO, R. K.; MARAFON, F.; NERI, J. Versão impressa ISSN 1676-689X / Versão on line ISSN 1980-6477 *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*. v. 12, n. 2, p. 183–192, 2013. Disponível em: <<http://www.abms.org.br>>.
- PACHECO, R. F.; ALVES FILHO, D. C.; BRONDANI, I. L.; NORBERG, J. L.; PIZZUTI, L. A. D.; CALLEGARO, álisson M. Características produtivas de pastagens de milheto ou capim sudão submetidas ao pastejo contínuo de vacas para abate. **Ciência Animal Brasileira**,

v. 15, n. 3, p. 266–276, 2014. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/cab/a/4HydvtRM6pRCmcDm3GWJD5D/?lang=pt>>. Acesso em: 8 dez. 2023.

PATERNIANI, E.; NASS, L. L.; SANTOS, M. X. dos. O valor dos recursos genéticos de milho para o Brasil: uma abordagem histórica da utilização do germoplasma. *Em: UDRY, C. V.; DUARTE, W. Uma história brasileira do milho: o valor dos recursos genéticos*. [s.l: s.n.]

PAYNE, W. A.; DREW, M. C.; HOSSNER, L. R.; LASCANO, R. J.; ONKEN, A. B.; WENDT, C. W. Soil Phosphorus Availability and Pearl Millet Water-Use Efficiency. *Crop Science*, v. 32, n. 4, p. 1010–1015, 1 jul. 1992. Disponível em:

<<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.2135/cropsci1992.0011183X003200040035x>>. Acesso em: 10 dez. 2023.

PAZIANI, S. de F.; DUARTE, A. P.; NUSSIO, L. G.; GALLO, P. B.; BITTAR, C. M. M.; ZOPOLLATTO, M.; RECO, P. C. Características agrônômicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, n. 3, p. 411–417, 2009. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/rbz/a/V8VNdRbjpC77RGn64y85RTv/?lang=pt>>. Acesso em: 7 dez. 2023.

PEREIRA FILHO, I. A.; DURÃES, F. O. M.; MAGALHÃES, P. C.; LAVINSKY, A. O.; LANDAU, E. C.; GUIMARÃES, D.; RESENDE, A. V. de; COELHO, A. M.; SANTOS, F. C. dos; ASSIS, R. L. de; DUARTE, J. de O.; GARCIA, J. C.; ROGRIGUES, J. A. S.; CRUZ, J. C.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R.; KARAM, D.; OLIVEIRA, M. F. de; CASELA, C. R.; SABATO, E. de O.; COTA, L. V.; COSTA, R. V.; CRUZ, I.; VIANA, P. A.; MENDES, S. M. **Milheto: Cultivo do Milheto** Embrapa Milho e Sorgo, , abr. 2016. . (Nota técnica).

PINHO, R. M. A.; MAURO, E.; SANTOS, J. A.; OLIVEIRA, C. H.; SENA, F.; FARIAS, J. P. de; CARVALHO, H. F.; FERNANDES, A. **Evaluation of genotypes of pearl millet for silage in semiarid** *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.* [s.l: s.n.]. Disponível em:

<<http://www.rbspa.ufba.br/ISSN15199940426Avaliaçãodegenótiposdemilhetoparasilagemnosemiárido>>.

PINHO, R. M. A.; SANTOS, E. M.; CAMPOS, F. S.; RAMOS, J. P. de F.; MACEDO, C. H. O.; BEZERRA, H. F. C.; PERAZZO, A. F. Silages of pearl millet submitted to nitrogen fertilization. *Ciência Rural*, v. 44, n. 5, p. 918–924, 2014. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/cr/a/vXbSyfykSWYGcRzdRMSckpp/?lang=en>>. Acesso em: 9 dez. 2023.

RAKSHIT, S.; BELLUNDAGI, A. Conventional Breeding Techniques in Sorghum.

Breeding Sorghum for Diverse End Uses, p. 77–91, 1 jan. 2019. . Acesso em: 8 dez. 2023.

RESENDE, H.; RODRIGUES, J. A. S.; OLIVEIRA, J. S.; MIRANDA, J. E. C. de; LEITE, J. L. B. **Tecnologia e Custo de Produção de Silagem de Sorgo**. [s.l: s.n.].

RIBAS, P. M. Sorgo: Introdução e Importância Econômica - Documentos 26. **Embrapa Milho e Sogo**, p. 1–16, 2003. Disponível em: <www.cnpms.embrapa.br>.

RODRIGUES, J. A. S. Híbridos de sorgo forrageiro: onde estamos? Para onde vamos? Em: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 7.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 5., 2014, Viçosa. Anais... Viçosa, MG: UFV, 2014., 2014, [...]. 2014.

RODRIGUES, J. A. S.; JULIO, B. H. M.; MENEZES, C. B. de. Melhoramento genético de sorgo forrageiro. *Em: MENEZES, C. B. DE. Melhoramento Genético de Sorgo*. 1. ed.

Brasília, DF: Embrapa Milho e Sorgo, 2021. p. 241–277.

SANTIN, T. P.; FRIGERI, K. D. M.; AGOSTINI, A.; SILVA, H. R. da; FRIGERI, K. D. M.; KALLES, N. Z.; COELHO, E. M.; DIAS, A. M. Características fermentativas e composição química da silagem de sorgo (*Sorghum bicolor*) com uso de aditivos absorventes /

- Fermentative characteristics and chemical composition of sorgho silage (*Sorghum bicolor*) with use of absorbents additives. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 54931–54943, 7 ago. 2020. Disponível em: <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/14477>>. Acesso em: 7 dez. 2023.
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. Á. de; LUMBREAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.
- SILVA, D. P.; FRATONI, F.; SCUDELETTI, D. ANÁLISE BIOMÉTRICO EM DIFERENTES FONTES DE NITROGENIO NA CULTURA DO MILHETO BRS1501 (*Pennisetum glaucum*). **REVISTA CIENTÍFICA ELETRÔNICA DE AGRONOMIA**, n. 27, p. 114–130, 2015.
- SILVA, M. M. da. **CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E NUTRICIONAIS DE GENÓTIPOS DE MILHETO**. [s.l.: s.n.]. . Acesso em: 11 abr. 2021.
- SILVA, P. C. G. da; FOLONI, J. S. S.; FABRIS, L. B.; TIRITAN, C. S. Fitomassa e relação C/N em consórcios de sorgho e milho com espécies de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 11, p. 1504–1512, 2009. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pab/a/jpqWGCNfDxMkPhFk7CSFw9c/?lang=pt>>. Acesso em: 8 dez. 2023.
- SODRÉ FILHO, J.; NUNES CARDOSO, A.; CARMONA, R.; MOREIRA DE CARVALHO, A. **Fitomassa e cobertura do solo de culturas de sucessão ao milho na Região do Cerrado** *Phytomass and soil cover of sequential crops after maize in Cerrado region* **Pesq. agropec. bras.** [s.l.: s.n.].
- SOUZA, A. E. de; REIS, J. G. M. dos; RAYMUNDO, J. C.; PINTO, R. S. ESTUDO DA PRODUÇÃO DO MILHO NO BRASIL. **South American Development Society Journal**, v. 4, n. 11, p. 182, 24 ago. 2018. Disponível em: <<https://www.sadsj.org/index.php/revista/article/view/150>>. Acesso em: 8 dez. 2023.
- TEIXEIRA, F. F.; TRINDADE, R. dos S. RECURSOS GENÉTICOS DE MILHO: IMPORTÂNCIA E USO NO MELHORAMENTO. **Revista Ifes Ciência**, v. 7, n. 3, p. 01–22, 30 dez. 2021. Disponível em: <<https://ojs.ifes.edu.br/index.php/ric/article/view/1488>>. Acesso em: 8 dez. 2023.
- TIBULO, C.; CARLI TIBULO, V. De. Previsão do preço do milho, através de séries temporais. **Scientia Plena**, v. 10, n. 10, 9 out. 2014. Disponível em: <<https://www.scientiaplenu.org.br/sp/article/view/1904>>. Acesso em: 8 dez. 2023.
- USDA. **World Agricultural Supply and Demand Estimates (WASDE) report**. [s.l.: s.n.].
- VIANA, S. P. **Utilização do milho em rações para aves e suínos como alternativa energética para algumas regiões do semi-árido**. In: **Cultura do Milheto - Curso para Extensionista Agrícola**. 1982. Fortaleza, CE, 1982.
- VIEIRA, V. da C.; MARTIN, T. N.; DE MENEZES, L. F. G.; ORTIZ, S.; BERTONCELLI, P.; STORCK, L. Caracterização bromatológica de silagens de milho de genótipos super precoce. **Ciencia Rural**, v. 43, n. 11, p. 1925–1931, nov. 2013. . Acesso em: 11 abr. 2021.
- VON PINHO, R. G.; VASCONCELOS, R. C. De; BORGES, I. D.; RESENDE, A. V. De. Produtividade e qualidade da silagem de milho e sorgho em função da época de semeadura. **Bragantia**, v. 66, n. 2, p. 235–245, 2007. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/brag/a/JfNfHx58rptRnmzXhFmzmQg/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 8 dez. 2023.
- ZARNKOW, M. FERMENTED FOODS | Beverages from Sorghum and Millet. **Encyclopedia of Food Microbiology: Second Edition**, p. 839–845, 1 jan. 2014. . Acesso em: 9 dez. 2023.

ZOPOLLATTO, M.; NUSSIO, L. G.; MARI, L. J.; SCHMIDT, P.; DUARTE, A. P.; MOURÃO, G. B. Changes in morphological composition according to the maturity stage in corn cultivars for silage production. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 452–461, 2009. . Acesso em: 8 dez. 2023.

CAPÍTULO II – AVALIAÇÃO DE HÍBRIDOS DE MILHETO COMO ALTERNATIVAS PARA PRODUÇÃO DE SILAGEM NO BIOMA CERRADO

RESUMO

CANDIDO, Anderson Ramires. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul Avaliação de híbridos de milho como alternativas para produção de silagem no Bioma Cerrado. 2023. Orientador: Dr. Alexandre Menezes Dias.

O milho é uma excelente alternativa para produção de silagem, principalmente em regiões com problemas de veranico ou déficit hídrico. Objetivou-se com este estudo investigar o potencial de produção de diferentes híbridos de milho no bioma Cerrado. O experimento foi realizado no Setor de Forragicultura da Fazenda Escola - UFMS, município de Terenos, MS. Período experimental compreendeu dois anos agrícolas 2020/21 e 2021/22, no período das águas. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x2 constituído de três híbridos de milho, sendo BAMH 210076, BAMH 210015, e ADRf 6010 e dois anos. As parcelas foram constituídas de seis linhas espaçadas 0,60 m entre elas, por 5,0 m de comprimento. Para avaliação dos parâmetros da morfogênese foram avaliados: taxa de aparecimento de folhas (TAF); taxa de alongamento de folhas (TALF); taxa de alongamento de colmos (TAC); número de plantas (NP); filocrono (F); número de folhas vivas por perfilho (NF) e duração de vida das folhas (DVF). Para determinação das características estruturais foram avaliados: Número de perfilhos (NPer); altura da planta (AP); diâmetro do colmo (DC); altura da inserção da espiga ou altura da inserção da panícula (AIP). Houve efeito de interação entre híbrido e ano apenas para a variável F ($P < 0,05$), sendo o maior valor encontrado no híbrido ADRf 6010 no ano 2020/21. Verificou-se interação híbrido e ano ($P < 0,05$) para as variáveis NP, NPer e CPan. Conclui-se que alta produção de massa seca e massa verde foram encontradas, com destaque para o híbrido ADRf 6010.

Palavras-chave: déficit hídrico, massa de forragem, produção

EVALUATION OF MILLET HYBRIDS AS ALTERNATIVES FOR SILAGE PRODUCTION IN THE CERRADO BIOME

ABSTRACT

CANDIDO, Anderson Ramires. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Evaluation of Millet hybrids as alternatives for the silagem production in the Cerrado Biome. 2023. Advisor: Dr. Alexandre Menezes Dias.

Millet is an excellent alternative for silage production, especially in regions where there is a summer drought or water deficit. The aim of this study was to investigate the production potential of different millet hybrids in the Cerrado biome. The experiment was carried out in the Forage Sector of Fazenda Escola - UFMS, in the municipality of Terenos, MS. The experimental period comprised two agricultural years 2020/21 and 2021/22, during the rainy season. The experimental design was in randomized blocks, in a 3x2 factorial scheme consisting of three millet hybrids, BAMH 210076, BAMH 210015, and ADRf 6010, and two years. The plots were made up of six rows spaced 0.60 m apart and 5.0 m long. The following morphogenesis parameters were assessed: leaf emergence rate (LAR); leaf elongation rate (LEAR); stalk elongation rate (SAR); number of plants (NP); phyllochronism (F); number of live leaves per tiller (NF) and leaf life span (FLD). To determine the structural characteristics, the following were evaluated Number of tillers (NPer); plant height (AP); stem diameter (DC); ear insertion height or panicle insertion height (AIP). There was an interaction effect between hybrid and year only for the F variable ($P < 0.05$), with the highest value found for the ADRf 6010 hybrid in 2020/21. There was an interaction between hybrid and year ($P < 0.05$) for the variables NP, NPer and CPan. It can be concluded that high dry mass and green mass yields were found, with the ADRf 6010 hybrid standing out.

Key-words: forage mass, production, water deficit

1. INTRODUÇÃO

Em condições tropicais, o maior desafio na produção de ruminantes é a adaptação aos períodos de escassez de chuvas e, conseqüentemente, de alimentos, uma vez que as pastagens são a principal fonte de alimento para os animais. Alternativas para superar as oscilações anuais na disponibilidade e qualidade das pastagens e tornar o sistema mais sustentável incluem a produção de silagem (MOURA *et al.*, 2018).

Em determinadas condições de solo e clima, as culturas de milho e sorgo apresentam produções insatisfatórias (GUIMARÃES JÚNIOR; GONÇALVES; RODRIGUES, 2009).

Os solos do Cerrado, situados em maior proporção na região Centro-Oeste, são de baixa fertilidade natural, com alta acidez e alto teor de alumínio (Al), que influenciam diretamente na disponibilidade de nutrientes para as plantas se desenvolverem e atingirem altas produtividades (BOTTEGA *et al.*, 2013; FERREIRA *et al.*, 2023; GUIMARÃES JÚNIOR; GONÇALVES; RODRIGUES, 2009).

Modelos e projeções sobre o bioma Cerrado apontam para o aumento da temperatura, superior a 1,2 vezes, variação em relação à precipitação, tanto aumento como redução, ou seja instabilidade nas precipitações. Com isso, pode ocorrer aumento na evapotranspiração, conseqüentemente aumento na deficiência hídrica (BOLFE; SANO; CAMPOS, 2020).

Desta maneira, o milheto se apresenta como opção para produção de silagem, por ser uma planta de clima tropical, produtiva, cujas características estruturais possibilitam seu cultivo em solos de baixa fertilidade.

Guimarães Júnior et al. (2009) sugerem que o melhor momento para ensilar o milheto é quando os grãos apresentam estágio entre pastoso a farináceo, no entanto nesse momento a planta apresenta baixo teor de matéria seca, sugerindo o uso de aditivos para melhorar o perfil de fermentação da silagem.

De acordo com os autores, embora o milheto seja cultivado no Brasil desde meados da década de 60, novas variedades e híbridos melhorados foram lançados nos últimos anos, apresentando valores nutricionais diferentes. Por serem forrageiras anuais de alto valor nutritivo, podem ser utilizadas para produção de grãos, cobertura do solo e como forragem para pastejo e ensilagem. (MOURA *et al.*, 2018).

Estimar e conhecer as correlações entre os caracteres de interesses econômicos e estruturais de uma determinada cultura, faz parte de uma etapa do programa de melhoramento genético de plantas e logo é essencial na seleção de indivíduos superiores.

Hipótese, verificar se há diferença entre híbridos de milheto na produção de massa de forragem para ensilagem.

Neste contexto, o objetivo desta pesquisa foi investigar o potencial de produção de diferentes híbridos de milho em dois anos agrícolas, no período das águas, para ensilagem no bioma Cerrado e avaliar a produtividade e características morfológicas dos híbridos de milho (*Pennisetum* sp.).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Descrição do local

O experimento foi realizado no Setor de Forragicultura da Fazenda Escola - UFMS, município de Terenos, MS, localizada em latitude 20°26'34.31''S, longitude 54°50'27.86''O e altitude 530,7m. O clima da região é do tipo tropical chuvoso de savana, com distribuição sazonal de chuvas, segundo a classificação de Köppen, é do tipo tropical semi-úmido, subtipo AW. Caracterizado pela ocorrência de um período seco, durante os meses mais frios do ano (maio a setembro), e um período chuvoso, durante os meses mais quentes (outubro a abril). A precipitação anual é de 1.500 mm, com temperatura média anual de 22,5°C e umidade relativa do ar de 70%. Os dados de precipitação e de temperatura (Figura 1), durante o período experimental foram coletados no banco de dados do CEMTEC (Centro de Monitoramento de Tempo, do Clima e dos Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul).

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho com textura muito argilosa (SANTOS *et al.*, 2018). Amostras do solo foram colhidas na camada de 0-20 cm para determinar a fertilidade antes da implantação do experimento. Foram obtidos os seguintes resultados: pH (em água 1:2,5): 5,9; P: 8,3 mg dm⁻³; matéria orgânica: 3,4%; K: 0,11 cmol_c dm⁻³; Ca: 5,9 cmol_c dm⁻³; Mg: 4,0 cmol_c dm⁻³; SB: 10,0 cmol_c dm⁻³; Al: 0,00 cmol_c dm⁻³; H + Al: 5,7 cmol_c dm⁻³; CTC: 15,7 cmol_c dm⁻³; saturação por bases: 63,7%.

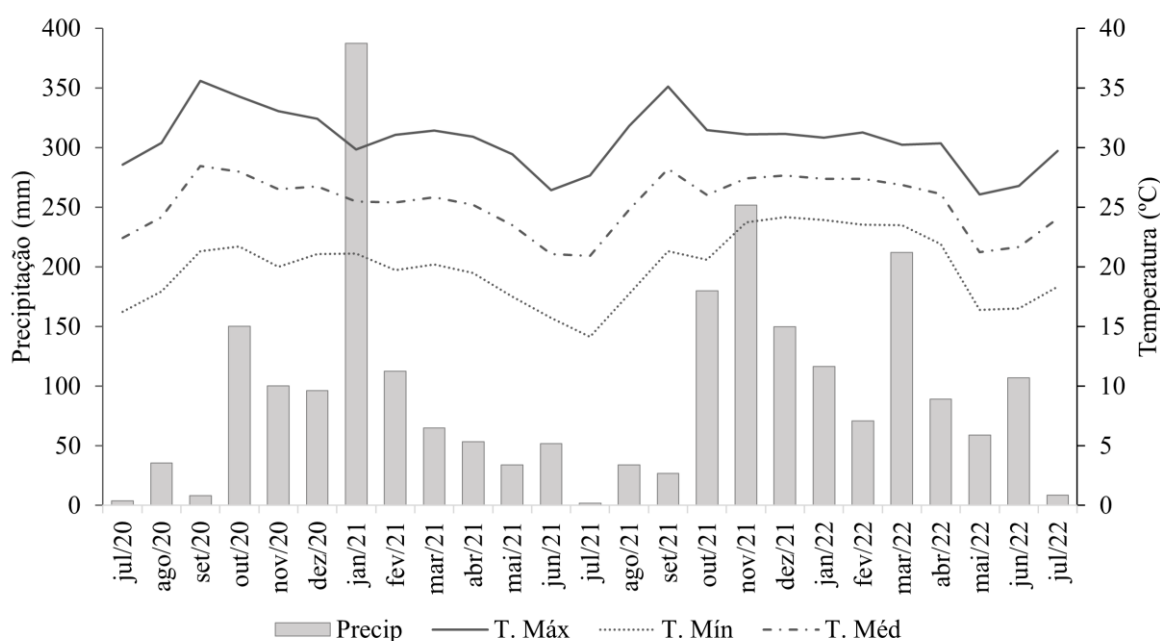


Figura 1. Temperaturas média, mínima, máxima e precipitação mensal durante o período experimental de Julho de 2020 a Julho de 2022.

2.2 Tratamento e delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x2 com quatro repetições, constituído de três híbridos de milho (ADRF 6010 Valente, BAMH 210076 e BAMH 210015) e dois anos agrícolas, totalizando doze parcelas.

2.3 Implantação do experimento

O período experimental compreendeu dois anos agrícolas, sendo de Dezembro/2020 a Março/2021, e de Outubro/2021 a Janeiro/2022. A semeadura foi realizada manualmente, parcelas foram constituídas de 3,6 x 5 m com espaçamento de 0,6 m entre linhas, totalizando doze parcelas. A população estimada foi de 260.000 plantas ha⁻¹ de híbridos de milho (Figura 2).

Na semeadura, a dosagem de adubo mineral formulado foi de 275 kg ha⁻¹; da fórmula 04-30-10 + 0,1 Br e 0,3 Zn. Realizou-se a adubação de cobertura aos 20 e 35 dias pós-germinação com 200 kg da fórmula 20-00-20; sendo essa dividida em 100 kg cada aplicação, para todas os híbridos. A área foi mantida limpa através de capina manual com o auxílio de ferramentas e roçadeira costal



Figura 2. Área experimental no momento do estabelecimento do ano agrícola 20/21(A); Parcelas aos 21 dias após a semeadura (B).

2.4 Variáveis mensuradas

Para a avaliação das características morfológicas e estrutura das plantas durante os anos 1 e 2, foram escolhidas aleatoriamente, entre as linhas centrais, três plantas representativas de cada parcela, marcadas nas linhas e identificadas com etiquetas para melhor localização (Figura 3).



Figura 3. Identificação dos perfilhos dentro das parcelas experimentais

Os perfilhos foram acompanhados semanalmente durante os anos, e na aferição das folhas foram identificadas: folhas expandidas (quando a lígula era visível), folhas em expansão (sem a lígula visível), folhas em senescência (quando as extremidades apresentavam senescência). Folhas que apresentavam acima de 50% de senescência eram consideradas mortas.

Para avaliação dos parâmetros da morfogênese foram escolhidos e identificados dois perfilhos representativos de cada parcela. As aferições foram realizadas com o auxílio de régua graduada em centímetros e paquímetro de 150 mm. Na planta foi aferido o comprimento do colmo (medido do solo até a última lígula completamente expandida), a lâmina foliar (medido a partir da lígula expandida até extremidade verde da lâmina) e a folha em alongamento (medido a partir da lígula da última folha expandida até o final da lâmina).

Com as informações coletadas dos perfilhos foram calculados conforme LEMAIRE; CHAPMAN (1996)

- a) Taxa de aparecimento de folhas (TAF, folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹): relação entre número de folhas surgidas por perfilho pelo número de dias do período de avaliação.
- b) Taxa de alongamento de folhas (TALF, cm de lâmina foliar perfilho⁻¹ dia⁻¹): relação entre o somatório de todo alongamento das lâminas foliares em centímetro e o número de dias do período de avaliação.
- c) Taxa de alongamento de colmos (TAC, cm perfilho⁻¹ dia⁻¹): relação entre a diferença do comprimento do colmo, no final e no início das avaliações, e o número de dias do período de avaliação.

- d) Filocrono (F, dias folha perfilho⁻¹): intervalo de tempo necessário para o aparecimento de duas folhas consecutivas, sendo o inverso da taxa de aparecimento de folhas.
- e) Número de folhas vivas por perfilho (NFV, folhas perfilho⁻¹): média do número de folhas em expansão e expandidas por perfilho durante o período de avaliação, excluindo-se as folhas que tivessem mais de 50% do seu comprimento sendo considerado material senescido ou morto.
- f) Duração de vida das folhas (DVF, dias): tempo em que a folha permanece verde sobre o perfilho, sem que haja qualquer perda por senescência, sendo estimada pela equação $DVF = NFV \times F$;
- g) Comprimento final da folha (CFF): média do comprimento final das folhas completamente expandidas, medidas da base (lígula) até a ponta;

Para determinação das características estruturais de cada cultura foram realizadas medidas nas plantas antes da colheita para determinação de:

- a) Número de perfilhos: obtido por meio da média do número de plantas em um metro linear;
- b) Altura da planta (m): obtida com o auxílio de uma régua, cujas medidas foram obtidas da média de três plantas de forma aleatória da área útil de cada parcela experimental; considerando-se a distância do solo até a inserção da folha-bandeira, o resultado dado pela média das plantas avaliadas;
- c) Diâmetro do Colmo (cm): mensurado na região central da planta com o auxílio de paquímetro.
- d) Altura da inserção da panícula (cm): determinada no final do ciclo da cultura avaliou-se três plantas tomadas ao acaso das duas linhas centrais da área útil de cada parcela, medindo-se o comprimento (cm) da base da planta até a inserção da panícula;

A estimativa de produção foi determinada por meio de cortes da parcela total a 20 cm do solo. O ponto de colheita foi a partir do grão pastoso-farináceo e teor de MS de 25% (GUIMARÃES JÚNIOR *et al.*, 2009).

A semeadura no ano 1 foi realizada dia 19/12/2020 e a colheita no dia 17/03/2021, para todos os híbridos. No ano 2 a semeadura ocorreu em 02/11/2021 e a colheita em 28/01/2022 para os híbridos BAMH, exceto para o ADRf 6010 que foi colhido em 18/02/2022. Em ambos os anos a colheita ocorreu em média aos 88 dias após a semeadura, exceto para o híbrido ADRf 6010 Valente, que aconteceu após 125 dias no ano 2. Isso ocorreu porque no momento da colheita ADRf 6010 ainda apresentava elevada umidade.

Foram avaliados número de plantas por metro linear, altura da planta, material senescente, produção de massa verde e massa seca, massa seca de folhas, colmo, panícula, material senescente.

Para avaliação da composição morfológica foram escolhidas aleatoriamente duas plantas da área útil para separação de folha, colmo, material senescente e panículas para a produção de massa verde, em seguida, foram levadas para estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas para obtenção da massa seca (AOAC, 1990) e convertidas para g kg⁻¹.

2.6 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando procedimento estatístico PROC GLIMMIX do software SAS (SAS On Demand, 2023), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de nível de significância, utilizando o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{jk} = \mu + I_j + m_k + nl + x_{jk} + e$$

em que: Y_{jkl} – observação das culturas: j – ano; k – culturas;

μ – efeito geral médio;

I_j – efeito do ano;

m_k – efeito das culturas;

nl – efeito do bloco

x_{jk} – efeito da interação entre ano e culturas (jk);

e – erro aleatório associado em cada observação (jk)

Os dados de correlação foram obtidos utilizando o procedimento estatístico PROC CORR do software SAS (SAS On Demand, 2023).

3. RESULTADOS

3.1 Produção de biomassa

Foi observado interação entre híbrido e ano significativa ($P < 0,05$; Tabela 1) para as variáveis matéria seca (MS), massa de folha, panícula e material senescente. No ano 1 o híbrido ADRf 6010 apresentou maior teores de MS (29,92%) no primeiro ano, e menor no segundo ano (24,33%) comparado aos demais híbrido. Os híbridos BAMH 210076 e BAMH 210015 apresentaram maiores proporções na produção de panículas comparados ao ADRf 6010 em ambos os anos. Em relação aos caracteres de produção, o híbrido ADRf 6010 apresentou os maiores valores para massa verde, massa seca e Eficiência no uso da água. A proporção de colmo foi maior no ano 1 para todos os híbridos, com destaque para ADRf 6010 no ano 1 ($620,28 \text{ g kg}^{-1}$)

3.2. Características estruturais

Verificou-se interação híbrido e ano ($P < 0,05$; Tabela 2) para as variáveis número de plantas (NP), número de perfilhos (NPer), comprimento de panícula (CPan) e comprimento final da folha (CFF). Todos os híbridos apresentaram maior NP no ano 2, houve diferença entre anos para os híbrido, exceto para BAMH 210015. Em comparação aos híbridos, somente no ano 2 houve maior NP para BAMH 210015. Enquanto os híbridos BAMH 210076 e BAMH 210015, apresentaram maior comprimento de panículas comparado ao híbrido ADRf 6010 nos dois anos. Houve diferença ($P < 0,05$) entre híbridos para as variáveis altura de plantas (AP) e altura da inserção da panícula (AIP), sendo que o híbrido ADRf 6010 apresentou maiores valores. No entanto, a variável diâmetro de panícula (Dpan) foi menor para o híbrido ADRf 6010 comparado aos demais ($P < 0,05$).

3.3 Características morfológicas

Entre as características morfológicas não houve diferença significativa para TAF, TALF e DVF ($P > 0,05$; Tabela 3). Houve efeito de interação entre híbrido e ano apenas para a variável Filocrono (F) ($P = 0,0136$), sendo o maior valor encontrado no híbrido ADRf 6010 no ano 1. A variável Número de folhas vivas (NFV) sofreu efeito do ano ($P = 0,0002$), sendo que no ano 1 apresentou maiores valores.

3.4 Correlação dos híbridos de milho

Foi verificada correlação positiva e significativa a ($P < 0,0001$; Tabela 4), entre a TAF e a TALF (0,90) e com a TAC com a AC (0,85). A altura de planta apresentou correlação positiva para MS (0,80) e EA (0,80). Houve correlação alta negativa entre as variáveis Dpan com Massa verde (-0,82), Massa seca (-0,80) e EA (-0,80). Observou-se correlação alta e positiva entre Massa verde com Massa seca (0,95) e EA (1,00). A variável massa seca também possui alta correlação com EA (0,96). Foi encontrado correlação alta negativa entre Colmo e panícula (-0,91).

4. DISCUSSÃO

4.1 Produção de biomassa

O híbrido ADRf 6010, apresentou maior produção de massa verde comparado aos híbridos BAMH 210076 e BAMH 210015 (53%), o mesmo comportamento aconteceu para produção de massa seca, embora o teor de MS tenha sido inferior (38% menor) no segundo ano para o híbrido ADRf 6010. Isso pode ser consequência da melhor eficiência no uso da água, em torno de 53% superior aos híbridos BAMH 210076 e 210015.

Buso et al. (2011), estudaram a cultura milheto, verificaram um valor médio de 26,37 t ha⁻¹ de matéria verde. Produtividades superiores também foram encontradas por GUIMARÃES JÚNIOR; GONÇALVES; RODRIGUES, (2009) para os genótipos CMS 01 (31,84 t ha⁻¹) e BRS 1501 (27,81 t ha⁻¹) ao avaliarem o desempenho agrônômico de variedades de milheto plantadas no período de safrinha. Valores entre de 60% e 66% inferiores ao híbrido ADRf 6010, encontrados neste estudo.

Payne et al. (1992), verificaram que ao testar a relação entre a eficiência no uso da água e diferentes níveis de P na cultura do milheto, observaram valores máximos de eficiência no uso da água com base na transpiração em milheto próximo de 9,0 kg m³.

O baixo teor de MS no ano 2 para o híbrido ADRf 6010 pode estar associado a sua maior produção de folhas, 53% superior aos demais híbridos. No entanto, o acréscimo no teor de MS dos híbridos 210076 e 210015, pode estar associado a maior parcela da panícula na constituição da planta (em torno de 7 a 6 vezes maior).

4.2. Características estruturais

A AP influenciou na produção de massa verde dos híbridos. Por outro lado, o DC influenciou no teor de MS e na produção de massa seca, visto que os híbridos BAMH 210076 e 210015, apresentaram os maiores DC (14% e 7%, mais espessos).

Valores superiores foram encontrados para altura de planta em estágio pastoso a farináceo (ALBUQUERQUE *et al.*, 2010). Para o genótipo ADR 500, a altura foi de 3,41 m, para o BRS 1501, 2,96 m, para o CMS 03 2,98 m e para o Sauna B 2,94 m, esse trabalho foi desenvolvido na região do Triângulo Mineiro, onde apresenta maior índice de precipitação pluviométrica o que, conseqüentemente, eleva o potencial produtivo do milheto.

A altura da planta pode estar correlacionada positivamente com a produção de massa verde e massa seca. Contudo, comumente, apresenta correlação positiva com a porcentagem

de colmo e com a porcentagem de acamamento das plantas, características indesejáveis para a produção eficiente de forragem (CORRÊA; RODRIGUES; GONÇALVES, 1996).

Avaliando o efeito da população de plantas sobre as características estruturais de milho, constatou-se que o número de plantas reflete na capacidade de perfilhamento da planta, de maneira que condições de baixas populações, com menor grau de competição interespecífica, respondem com um aumento no número de perfílios viáveis por planta, mantendo o rendimento de biomassa de palhada e de sementes, em valores equivalentes àqueles observados em maiores populações (MOREIRA *et al.*, 2003). Corroborando com o que foi observado neste estudo, no entanto, considerando que podem ocorrer diferenças de resposta entre os anos, por efeitos abióticos, e de produção por decorrência do material genético.

4.3 Características morfogênicas

As taxas de aparecimento foliar do milho foram semelhantes aos encontrados por Pacheco *et al.* (2014) e Gonçalves; Quadros (2003) ambos pesquisando *Pennisetum americanum* (0,15 e 0,14 folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹, respectivamente). Entretanto, a TAF e TALF seguiu o mesmo comportamento da produção de massa verde para todos os híbridos.

O aumento da TAF e da TALF provoca a redução do filocrono nos híbridos de milho, pois a redução do intervalo entre o aparecimento de duas folhas consecutivas impacta diretamente na redução da duração de vida das folhas (MARTUSCELLO *et al.*, 2018). O filocrono varia de acordo com a espécie de forrageira ou até mesmo dentro do próprio genótipo (LARA; PEDREIRA, 2011)

A semelhança na DVF entre os híbridos se deu pelo fato de que os valores do filocrono foram iguais entre os híbridos na mesma safra, pois essa variável é resultado do produto entre NFV e o filocrono. Houve uma compensação entre NFV e F, onde os maiores valores de NVF foi para os híbridos com menor filocrono.

4.4 Correlação dos híbridos de milho

A taxa de alongamento foliar é medida de grande importância na análise do fluxo de tecidos das plantas, pois causa influência positiva com o rendimento forrageiro, possibilitando maior incremento na proporção de folhas, maior área foliar fotossinteticamente ativa, conseqüentemente acaba promovendo maior acúmulo de matéria seca (MARTUSCELLO *et al.*, 2006).

Atualmente, existe uma grande demanda de informações sobre a produção e uso de silagem de milho. Uma grande evolução que se destacou em termos foi o aumento de opções de cultivares dessas culturas, recomendações de manejo cultural e técnicas do processo de ensilagem e do uso e manejo da silagem.

5. CONCLUSÃO

A análise da massa verde e massa seca por hectare indicou diferenças notáveis entre os híbridos ADRf 6010, BAMH 210076 e BAMH 210015, destacando a superioridade do híbrido ADRf 6010 em relação aos demais com potencial para produção de silagem.

Em relação à eficiência no uso da água (EA), o híbrido ADRf 6010 também apresentou resultados superiores em comparação com os outros híbridos, evidenciando sua capacidade de otimizar o uso dos recursos hídricos para a produção de forragem. A porcentagem de matéria seca revelou diferenças significativas entre os híbridos, com o híbrido BAMH 210076 demonstrando a mais alta porcentagem de matéria seca, seguido pelos híbridos BAMH 210015 e ADRf 6010, respectivamente.

O maior peso de panículas nas plantas dos híbridos BAMH 210076 e 210015 influenciou no teor de MS, podendo ser indicados para outras finalidades.

Futuros estudos são necessários para melhor entender o comportamento de crescimento e resposta ao ambiente, para poder inferir na aplicabilidade dos híbridos.

6. TABELAS CAPÍTULO II

Tabela 1. Produção e composição morfológica de híbridos de milho para ensilagem em diferentes anos.

Itens	Milheto				EPM	p-valor		
	Ano	ADRf 6010	BAMH 210076	BAMH 210015		Híbrido	Ano	Híbrido*Ano
Massa verde	1	69,60 a	35,16 b	39,18 b	2,72	<,0001	0,8370	0,1555
	2	77,95 a	32,65 b	31,34 b				
Massa seca	1	20,78 a	9,51 b	10,57 b	0,78	0,0002	0,8724	0,3577
	2	18,98 a	11,05 b	10,39 b				
EA	1	76,33 a	38,55 b	42,96 b	2,89	<,0001	0,2212	0,2701
	2	79,46 a	33,28 b	31,94 b				
MS	1	29,92 Aa	27,01 Bb	27,00 Bb	0,93	0,0220	0,0066	<,0001
	2	24,33 Bb	33,78 Aa	33,66 Aa				
Folha	1	175,66 Ba	136,68 Ab	184,92 Aa	10,27	0,0003	0,5125	0,0001
	2	264,13 Aa	121,48 Ab	127,94 Bb				
Colmo	1	620,28 Aa	467,63 Ab	529,00 Ab	13,66	0,0006	<,0001	0,3554
	2	505,88 Ba	286,28 Bb	357,81 Bb				
Panícula	1	103,77 Ac	282,30 Ba	179,50 Bb	23,99	<,0001	<,0001	0,0003
	2	73,23 Bc	533,31 Aa	431,54 Ab				
Senescente	1	100,3 Bb	113,39 Aa	106,59 Aab	13,24	0,0497	0,7600	0,0076
	2	156,76 Aa	58,93 Bc	114,8 Ab				

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si ($P < 0,05$). EPM: Erro Padrão Médio. Massa verde (ton. MV ha⁻¹): Toneladas de Matéria Verde por hectare; Massa seca (ton. MS ha⁻¹): Toneladas de Matéria Seca por hectare; EA (kg mm⁻¹): Eficiência no uso da água; MS (%): Matéria Seca; Folha, Colmo, Panícula e Senescente (g kg⁻¹): gramas por quilo na matéria seca.

Tabela 2. Características estruturais de híbridos de milho para ensilagem em diferentes anos.

Itens	Híbrido					p-valor		
	Ano	ADRF 6010	BAMH 210076	BAMH 210015	EPM	Híbrido	Ano	Híbrido * Ano
AP	1	288,75 a	199,25 b	197,75 b	5,38	<,0001	0,7761	0,7761
	2	291,25 a	193,25 b	195,92 b				
DC	1	15,00	16,00	16,25	1,00	0,1619	0,2315	0,4308
	2	13,25	16,50	14,50				
AC	1	280,25 Aa	171,00 Ab	167,75 Ab	6,75	<,0001	0,3581	0,0348
	2	283,00 Aa	141,50 Bc	178,50 Ab				
NP	1	6,75 Aa	6,25 Aa	5,25 Ba	0,55	0,0667	0,0028	0,0024
	2	7,50 Ab	6,00 Ab	10,25 Aa				
NPer	1	6,00 Ab	8,75 Aa	5,50 Ab	0,74	0,1974	0,0056	0,0107
	2	6,00 Aa	4,75 Ba	4,75 Aa				
AIP	1	292,25 a	205,25 b	200,75 b	7,04	<.0001	0,9174	0,6391
	2	297,75 a	199,75 b	199,25 b				
Cpan	1	23,00 Ab	27,50 Aab	31,00 Aa	1,54	0,0105	0,2729	0,0116
	2	25,25 Ab	34,25 Aa	26,25 Bb				
Dpan	1	18,75 Ab	30,50 Aa	27,75 Aa	1,11	0,0002	0,0101	0,9189
	2	15,00 Ab	27,00 Aa	25,00 Aa				
CFF	1	79,72 Aab	70,40 Ab	86,12 Aa	3,90	0,3807	0,2606	0,0226
	2	79,96 Aa	77,52 Aab	67,30 Bb				

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si ($P < 0,05$), EPM: Erro Padrão Médio. AP (cm): Altura da planta. DC (mm): Diâmetro do colmo. AC (cm): Altura do colmo. NP (plantas m^{-1}): Número de plantas. NPer (perfilhos $planta^{-1}$): Número de perfilhos. AIP (cm): Altura da inserção da panícula. Cpan (cm): Comprimento da panícula. Dpan (mm): Diâmetro da panícula. CFF (cm): Comprimento final da folha.

Tabela 3. Características morfológicas de híbridos de milho de interesse zootécnicos para ensilagem em diferentes anos.

Itens	Híbrido				EPM	p-valor		
	Ano	ADRf 6010	BAMH 210076	BAMH 210015		Híbrido	Ano	Híbrido * Ano
TAF	1	0,15	0,16	0,16	0,02	0,6050	0,2764	0,3955
	2	0,17	0,13	0,13				
TALF	1	13,94	12,64	14,85	1,72	0,2848	0,2329	0,2190
	2	15,35	10,97	9,72				
TAC	1	3,18 a	3,33 a	3,61 a	0,27	0,0526	0,9133	0,4080
	2	2,95 b	3,11 b	3,99 a				
F	1	8,74 Aa	6,61 Ab	6,62 Ab	0,55	0,7205	0,2995	0,0136
	2	5,87 Bb	7,54 Aa	7,08 Aab				
NFV	1	7,43 b	8,62 a	8,30 ab	0,20	0,1850	0,0002	0,2054
	2	6,35 a	6,39 a	7,02 a				
DVF	1	56,75	56,10	55,29	6,59	0,9423	0,3430	0,9373
	2	49,99	53,58	49,73				

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si ($P < 0,05$). EPM: Erro Padrão Médio. TAF (folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹): Taxa de Aparecimento de Folhas. TALF (cm de lâmina foliar perfilho⁻¹ dia⁻¹): Taxa de Alongamento de Folhas. TAC (cm perfilho⁻¹ dia⁻¹): Taxa de Alongamento de Colmo. F (dias folha⁻¹ perfilho⁻¹): Filocrono. NFV: Número de folhas vivas. DVF (dias): Duração de Vidas das Folhas.

Tabela 4. Coeficiente de correlação de Pearson entre caracteres morfológicos e agrônômicos em relação a produção híbridos de milho.

	TAF	TALF	TAC	NFV	DVF	AP	DC	AC	NP	NPer	CPan	DPan	Massa verde	Massa seca	EA	MS	Folha	Colmo	Panicula
TAF	-	0,90**	0,10	0,43*	-0,59*	0,12	0,35	0,13	-0,40*	0,20	-0,34	-0,22	0,38	0,31	0,39	-0,42*	0,35	0,56*	-0,45*
TALF		-	0,14	0,34	-0,50*	0,28	0,28	0,11	-0,48*	0,18	-0,21	-0,29	0,49*	0,42*	0,50*	-0,50*	0,47*	0,63*	-0,55*
TAC			-	0,27	-0,01	-0,19	0,14	0,85**	0,16	-0,04	-0,03	0,31	-0,28	-0,25	-0,27	0,15	-0,23	-0,07	0,17
NFV				-	-0,02	-0,29	0,53*	0,48*	-0,41*	0,61*	-0,11	0,39	-0,16	-0,21	-0,10	-0,29	-0,23	0,35	-0,14
DVF					-	0,11	-0,12	0,11	-0,11	0,20	0,19	0,24	-0,15	-0,20	-0,13	-0,14	-0,06	-0,11	0,03
AP						-	0,40*	-0,14	0,03	-0,01	0,46*	0,64*	0,78**	0,80**	0,80**	-0,32	0,56*	0,63*	-0,68*
DC							-	0,19	0,48*	0,39	0,38	0,50*	-0,27	-0,20	-0,25	0,19	-0,38	-0,05	0,26
AC								-	0,09	0,11	-0,16	0,40*	-0,29	-0,26	-0,25	0,06	-0,34	0,13	0,08
NP									-	-0,32	-0,32	-0,20	-0,05	0,00	-0,09	0,37	-0,09	-0,27	0,17
NPer										-	-0,06	0,24	0,07	-0,03	0,09	-0,44*	-0,01	0,20	-0,17
CPan											-	0,64*	-0,57*	-0,56*	-0,59*	0,24	-0,31	-0,55*	0,52*
DPan												-	-0,82**	-0,80**	0,80**	0,23	-0,67*	-0,42*	0,56*
Massa verde													-	0,95**	1,00**	-0,52*	0,79**	0,61*	-0,74**
Massa seca														-	0,96**	-0,27	0,63*	0,58*	-0,63*
EA															-	-0,53*	0,77**	0,67*	-0,77**
MS																-	-0,71*	-0,50*	0,67*
Folha																	-	0,52*	-0,78**
Colmo																		-	-0,91**
Panicula																			-

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si ($P < 0,05$), EPM: Erro Padrão Médio. AP (cm): Altura da planta. DC (mm): Diâmetro do colmo. AC (cm): Altura do colmo. NP (plantas m^{-1}): Número de plantas. NPer (perfilhos planta $^{-1}$): Número de perfilhos. AIP (cm): Altura da inserção da panícula. Cpan (cm): Comprimento da panícula. Dpan (mm): Diâmetro da panícula. CFF (cm): Comprimento final da folha.

7. REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, C. J. B.; RODRIGUES, J. A. S.; BRANT, R. S.; LANZA, M. A.; PAES, J. M. V.; FREITAS, R. S. Produtividade do Milheto para Silagem no Município de Uberlândia, MG. Em: XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2010, Goiânia. [...]. Goiânia: 2010. p. 2312–2316.
- BOLFE, É. L.; SANO, E. E.; CAMPOS, S. K. **DINÂMICA AGRÍCOLA NO CERRADO Análises e Projeções**. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2020. v. 11–312 p.
- BOTTEGA, E. L.; DE QUEIROZ, D. M.; PINTO, F. de A. de C.; DE SOUZA, C. M. A. Variabilidade espacial de atributos do solo em sistema de semeadura direta com rotação de culturas no cerrado brasileiro. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 1–9, 2013. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rca/a/YdW973hd9YNvDtYR36jGPbS/?lang=pt>>. Acesso em: 9 dez. 2023.
- BRITO, J. L. S.; ARANTES, A. E.; FERREIRA, L. G.; SANO, E. E. MODIS estimates of pasture productivity in the Cerrado based on ground and Landsat-8 data extrapolations. **<https://doi.org/10.1117/1.JRS.12.026006>**, v. 12, n. 2, p. 026006, 20 abr. 2018. Disponível em: <<https://www.spiedigitallibrary.org/journals/journal-of-applied-remote-sensing/volume-12/issue-2/026006/MODIS-estimates-of-pasture-productivity-in-the-Cerrado-based-on/10.1117/1.JRS.12.026006.full>>. Acesso em: 9 dez. 2023.
- BUSO, W. H. D.; MACHADO, A. S.; SILVA, L. B. e; FRANÇA, A. F. de S. Uso do milheto na alimentação animal. **Pubvet**, v. 5, n. 22, jun. 2011. Disponível em: <<https://ojs.pubvet.com.br/index.php/revista/article/view/2269>>. Acesso em: 10 dez. 2023.
- CORRÊA, C. E. S.; RODRIGUES, J. A. S.; GONÇALVES, L. C. Determinação da produção de matéria seca e das proporções de colmo, folha e panícula de treze híbridos de sorgo. Em: Sociedade Brasileira de Zootecnia, Reunião Anual, 1996, Fortaleza, CE. [...]. Fortaleza, CE: SBZ, 1996. p. 374–376.
- EMBRAPA. **Suplementação de bovinos melhora produtividade no período de seca**.
- EUCLIDES, V. P. B.; DO VALLE, C. B.; MACEDO, M. C. M.; ALMEIDA, R. G. de; MONTAGNER, D. B.; BARBOSA, R. A. Brazilian scientific progress in pasture research during the first decade of XXI century. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. suppl spe, p. 151–168, jul. 2010.
- FERREIRA, E. V. D. O.; ANDRADE, L. A. B. DE; CAMILO, J. A.; CARVALHO, E. D. R. L.; PEREIRA, G. L.; FARIAS, M. D. N.; SILVA, C. G. M. PRODUÇÃO DE MILHO CULTIVADO COM APLICAÇÃO DE COMPOSTO DE ESTÁBULO. **REVISTA BRASILEIRA DE MILHO E SORGO**, v. 22, 10 nov. 2023. Disponível em: <<https://rbms.abms.org.br/index.php/ojs/article/view/1317>>. Acesso em: 9 dez. 2023.
- GONÇALVES, E. N.; QUADROS, F. L. F. de. Morfogênese de milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) em pastejo com terneiras, recebendo ou não suplementação. **Ciência Rural**, v. 33, n. 6, p. 1123–1128, dez. 2003. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cr/a/C6nx43bDNWd3DY8H8Fsnv7M/>>. Acesso em: 10 dez. 2023.
- GUIMARÃES JÚNIOR, R.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S. Utilização do Milheto para Produção de Silagem. **Embrapa Cerrados**, 2009. Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br>>.
- LARA, M. A. S.; PEDREIRA, C. G. S. Respostas morfogênicas e estruturais de dosséis de espécies de Braquiária à intensidade de desfolhação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.

46, n. 7, p. 760–767, jul. 2011. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pab/a/GGHRQDfwr4WsvwgzmWj95DJ/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 10 dez. 2023.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. *Em*: HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. **The ecology and management of grazing systems**. [s.l.] Cab international, 1996.

MACEDO, M. C. M.; KICHEL, A. N.; ZIMMER, A. hugo. **Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens**. [s.l.: s.n.].

MARTUSCELLO, J. A.; DA FONSECA, D. M.; DO NASCIMENTO, D.; SANTOS, P. M.; DA CUNHA, D. D. N. F. V.; MOREIRA, L. D. M. Características morfogênicas e estruturais de capim-massai submetido a adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 665–671, 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbz/a/47C75HKwczVhfB5HnwYyMjy/>>. Acesso em: 10 dez. 2023.

MARTUSCELLO, J. A.; RIBEIRO, Y. N.; BRAZ, T. G. S.; FERREIRA, M. R.; ASSIS, J. A.; JANK, L.; REIS, G. A. Produção de forragem, morfogênese e eficiência agrônômica do adubo em capim BRS Quênia sob doses de nitrogênio. **Boletim de Indústria Animal**, v. 75, 10 jul. 2018.

MOREIRA, L. B.; MALHEIROS, M. G.; CRUZ, B. B. G. da; ALVES, R. E. de A.; OLIVEIRA, K. R. S. de. EFEITOS DA POPULAÇÃO DE PLANTAS SOBRE AS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E AGRONÔMICAS DE MILHETO PÉROLA (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) cv. ENA 1. **Agronomia**, v. 37, n. 1, p. 5–09, 2003.

MOURA, M. M. A.; DE ASSIS PIRES, D. A.; JAYME, D. G.; COSTA, R. F.; RIGUEIRA, J. P. S.; RODRIGUES, J. A. S. Agronomic performance and nutritive value of millet silages. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 40, p. e34430, 15 fev. 2018. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/asas/a/sWhttddfTSbk9WpFbjFgjwz/?lang=en>>. Acesso em: 10 dez. 2023.

PACHECO, R. F.; ALVES FILHO, D. C.; BRONDANI, I. L.; NORNBORG, J. L.; PIZZUTI, L. A. D.; CALLEGARO, álisson M. Características produtivas de pastagens de milho ou capim sudão submetidas ao pastejo contínuo de vacas para abate. **Ciência Animal Brasileira**, v. 15, n. 3, p. 266–276, 2014. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cab/a/4HydvtRM6pRCmcDm3GWJD5D/?lang=pt>>. Acesso em: 8 dez. 2023.

PAYNE, W. A.; DREW, M. C.; HOSSNER, L. R.; LASCANO, R. J.; ONKEN, A. B.; WENDT, C. W. Soil Phosphorus Availability and Pearl Millet Water-Use Efficiency. **Crop Science**, v. 32, n. 4, p. 1010–1015, 1 jul. 1992. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.2135/cropsci1992.0011183X003200040035x>>. Acesso em: 10 dez. 2023.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. Á. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.

CAPÍTULO III - CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E ESTRUTURAIS DE CULTURAS DE INTERESSE ZOOTÉCNICO PARA ENSILAGEM NO VERÃO NO BIOMA CERRADO

RESUMO

CANDIDO, Anderson Ramires. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. **Características morfológicas e estruturais de culturas de interesse zootécnico para ensilagem no verão no Bioma Cerrado**. 2023. Orientador: Dr. Alexandre Menezes Dias.

Com a necessidade crescente de intensificação na produção animal aumenta a necessidade de buscar alimentos alternativos para atender as demandas nutricionais dos ruminantes. Dentre os alimentos alternativos utilizados para suplementação de rebanhos, destaca-se a silagem. Objetivou-se comparar híbrido de milheto (*Pennisetum* sp) para a produção de silagem, em relação às culturas tradicionais de milho e sorgo, a fim de testar a hipótese de que o híbrido de milheto ADRf 6010 produziria maior massa de forragem no Bioma Cerrado comparado a outras culturas de interesse zootécnico que sofrem com as condições edafoclimáticas dessa região. Período experimental compreendeu duas safras 20/21 (ano 1) e 21/22 (ano 2). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em arranjo fatorial 3x2 e dois anos, constituído de três tratamentos (Milho KWS 9555, Sorgo BRS 658 e milheto ADRF 6010 Valente) e quatro repetições. Para avaliação dos parâmetros da morfogênese foram avaliados: taxa de aparecimento de folhas (TAF), taxa de alongamento de folhas (TALF), taxa de alongamento de colmos (TAC), filocrono (F), número de folhas vivas (NFV), e duração de vida das folhas (DVF). Para determinação das características estruturais foram avaliados: número de perfilhos (NPer), altura da planta (AP); altura do colmo (AC) diâmetro do colmo (DC); altura da inserção da espiga ou panícula (AIP). As características morfogênicas sofreram efeito de interação ($P < 0,05$) entre cultura e ano para as variáveis TALF, TAC e F. Foi verificada interação ($P < 0,05$) entre cultura e ano para DC, AC e AIP. As culturas de milho e sorgo sofreram influência do ambiente sobre sua produção, sendo que, os maiores valores de massa seca e massa verde foram identificadas na cultura no milheto ADRf 6010.

Palavras-chave: intensificação, milheto, milho, *Pennisetum*, sorgo, *Zea mays*

ABSTRACT

CANDIDO, Anderson Ramires. Federal University of Mato Grosso do Sul. Morphological and agronomic characteristics of crops of zootechnical interest for summer silage in the Cerrado Biome. 2023. Advisor: Dr. Alexandre Menezes Dias.

With the growing need for intensification in animal production, there is an increasing need to look for alternative feeds to meet the nutritional demands of ruminants. Among the alternative feeds used to supplement livestock, silage stands out. The aim was to compare millet hybrids (*Pennisetum* sp) for silage production in relation to traditional maize and sorghum crops, in order to test the hypothesis that the millet hybrid ADRf 6010 would produce greater forage mass in the Cerrado Biome compared to other crops of zootechnical interest that suffer from the edaphoclimatic conditions of this region. The experimental period comprised two harvests: 20/21 (year 1) and 21/22 (year 2). The experimental design was in randomized blocks, in a 3x2 factorial arrangement and two years, consisting of three treatments (Maize KWS 9555, Sorghum BRS 658 and millet ADRF 6010 Valente) and four replications. To evaluate morphogenesis parameters, the following were assessed: leaf emergence rate (LAR), leaf elongation rate (LEAR), stalk elongation rate (SAR), phyllochronism (F), number of live leaves (NFV), and leaf life span (FLD). To determine the structural characteristics, the following were assessed: number of tillers (NPer), plant height (AP); stalk height (AC); stalk diameter (DC); ear or panicle insertion height (AIP). The morphogenic characteristics suffered an interaction effect ($P < 0.05$) between crop and year for the variables TALF, TAC and F. There was an interaction ($P < 0.05$) between crop and year for DC, AC and AIP. The maize and sorghum crops were influenced by the environment on their production, with the highest dry mass and green mass values being identified in the ADRf 6010 millet crop.

Key-words: corn, hybrid, intensification, millet, *Pennisetum* sp., *Zea mays* L.

1. INTRODUÇÃO

A utilização de silagem tem sido uma solução eficiente para o problema da estacionalidade da produção das pastagens nas condições climáticas do Brasil, proporcionando volumoso de boa qualidade que tem sido amplamente utilizado na bovinocultura de leite e corte (FERRARI JUNIOR *et al.*, 2005). A escolha da espécie forrageira adequada para ensilagem é fundamental para obtenção de um produto de qualidade, bem como, todos os cuidados exigidos pela cultura desde sua implantação (ACIOLY e PERAZZO, 2022).

Algumas gramíneas e leguminosas podem ser utilizadas para a produção de silagem (ZAGO, 1992). No entanto, as culturas de milho e sorgo são mais adequadas ao processo de silagem, devido à sua facilidade de cultivo, alto rendimento e, especialmente, pela qualidade das silagens produzidas, sem aditivos que estimulam a fermentação. O milho e o sorgo são excelentes opções para produção de volumoso em forma de silagem, sendo uma alternativa na escassez de pasto causada por condições frias e/ou secas em determinadas épocas do ano (CRUZ, 1998).

Lauers (2001), cita que as características mais desejáveis em uma cultura para ensilagem são a elevada produção de matéria seca, as altas concentrações de proteína bruta (PB) e energia (alta digestibilidade) e o elevado teor de matéria seca (baixa concentração de fibra) na colheita para favorecer a fermentação. Visto que, o baixo teor de PB, fator nutricional limitante ao desempenho animal, é contornado com o fornecimento de uma fonte de nitrogênio. Já o estudo das relações entre as diversas características da planta permite direcionar a seleção, favorecendo as características de produtividade e qualidade mais correlacionadas (GOMES *et al.*, 2004).

O milho, sorgo e milheto são culturas aptas para ensilagem, apresentam elevada produtividade e bom valor nutritivo. Além disso, o destaque no uso de híbridos mais produtivos e adaptados às condições locais é responsável pelos ganhos em produtividade, hoje a crescente melhora no padrão genético dos animais e com a intensificação da produção pecuária, faz com que aumenta também a exigência na qualidade da silagem.

No entanto, clima do Cerrado é definido por duas estações bem definidas: a seca e a chuvosa. Na classificação climática de Köppen, o clima é do tipo tropical estacional (Aw), na zona Climática A, apresenta precipitação média anual de 1.500 mm, concentrada entre os meses de outubro a março. Porém há ocorrência de veranicos, que são períodos de estiagem acompanhados de intenso calor, com duração de uma a três semanas, durante a estação chuvosa, nos meses de janeiro e fevereiro (ALVARES *et al.*, 2014). O período seco, é

caracterizado em termos de déficit hídrico, ocorre nos meses de abril a setembro, com precipitação total menor que 50 mm. Normalmente, as temperaturas médias são amenas, entre 22° C e 27° C, ao longo do ano (SILVA *et al.*, 2008).

O milheto surge como uma alternativa para a produção de silagem, por ser uma planta adaptada ao clima tropical, produtiva (podendo chegar a 50 ton ha⁻¹ de massa), e com a vantagem de permitir seu cultivo em solos de baixa fertilidade. Embora, seu uso na alimentação animal seja majoritariamente em grãos, produz forragem de qualidade e em quantidade, e em função de sua rusticidade pode ser uma alternativa na produção de alimentos conservados em regiões que apresentam veranicos ou seca (GUIMARÃES JÚNIOR, 2009).

A pesquisa foi desenvolvida para avaliar a hipótese de que as culturas de milho e sorgo sofrem alteração na sua produção, devido as alterações do clima e regime hídrico do período de cultivo, e se o híbrido de milheto apresentaria comportamento semelhante.

O objetivo deste trabalho foi comparar híbrido de milheto (*Pennisetum* sp) com potencial para a produção de silagem, em relação às culturas tradicionais de milho e sorgo, em dois anos agrícolas no período das águas, suas características morfogênicas e estruturais de interesse zootécnico no Bioma Cerrado e avaliar correlações de Pearson entre variáveis quantitativas de milho, sorgo e milheto.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Descrição do local, Material genético e delineamento experimental

O experimento foi realizado no Setor de Forragicultura da Fazenda Escola - UFMS, município de Terenos, MS, localizada em latitude 20°26'34.31''S, longitude 54°50'27.86''O e altitude 530,7m. O clima da região é do tipo tropical chuvoso de savana, com distribuição sazonal de chuvas, segundo a classificação de Köppen, é do tipo tropical semi-úmido, subtipo AW. Caracterizado pela ocorrência de um período seco, durante os meses mais frios do ano (maio a setembro), e um período chuvoso, durante os meses mais quentes (outubro a abril). A precipitação média anual está em torno de 1.500 milímetros, com temperatura média anual de 22,5°C e umidade relativa do ar de 70%. Os dados de precipitação e de temperatura (Figura 1), durante o período experimental foram coletados no banco de dados do CEMTEC (Centro de Monitoramento de Tempo, do Clima e dos Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul).

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho com textura muito argilosa (EMBRAPA, 2018). Amostras do solo foram colhidas na camada de 0-20 cm para determinar a sua fertilidade antes da implantação do experimento. Foram obtidos os seguintes resultados: pH (em água 1:2,5): 5,9; P: 8,3 mg dm⁻³; matéria orgânica: 3,4%; K: 0,11 cmol dm⁻³; Ca: 5,9 cmol dm⁻³; Mg: 4,0 cmol dm⁻³; SB: 10,0 cmol dm⁻³; Al: 0,00 cmol dm⁻³; H + Al: 5,7 cmol dm⁻³; CTC: 15,7 cmol dm⁻³; saturação por bases: 63,7%. Com base nesses resultados foi realizada a adubação em linha na quantidade de 275 kg ha⁻¹ da formulação NPK (04-30-10 + 0,1 Br e 0,3 Zn). Nos dois anos agrícolas, os tratos culturais (manejo de limpeza das parcelas, adubação de cobertura, controle de pragas e doenças) foram realizados de acordo com o recomendado para a região e condições de cultivo.

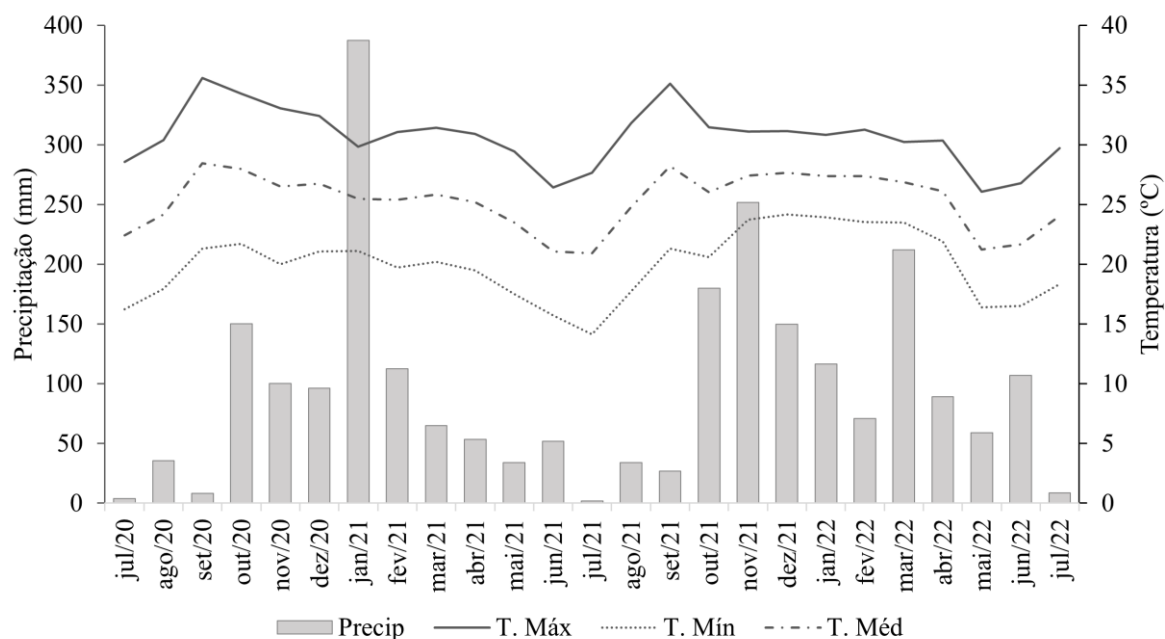


Figura 1. Temperaturas média, mínima, máxima e precipitação mensal durante o período experimental de Julho de 2020 a Julho de 2022.

2.2 Tratamento e delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x2 com quatro blocos, constituído de três culturas (Milho KWS 9555, Sorgo BRS 658 e híbrido de milho ADRF 6010 Valente) e dois anos agrícolas (ano 1 e ano 2), totalizando doze parcelas experimentais. As parcelas com 18 m² (3,6 m x 5,0 m) e 0,60 m de espaçamento entre linhas.

2.3 Implantação do experimento

O período experimental compreendeu dois anos, sendo Ano 1 de Dezembro/2020 a Março/2021, Ano 2 de Outubro/2021 a Janeiro/2022. A semeadura foi realizada manualmente entre seis linhas com espaçamento de 0,60 m entre linhas, totalizando doze parcelas de 18 m². A população estimada de plantas foi de 60.000, 120.000 e 260.000 para híbridos de milho, sorgo e milho híbrido respectivamente (Figura 2).

A dosagem de adubo mineral formulado foi de 275 kg ha⁻¹; da fórmula 04-30-10 + 0,1 Br e 0,3 Zn. Foi realizada a adubação de cobertura aos 20 e 35 dias pós-germinação com 200 kg da fórmula 20-00-20; sendo essa dividida em 100 kg cada aplicação, para todas as culturas. A área foi mantida limpa através de capina manual com o auxílio de ferramentas e roçadeira costal.



Figura 2. Área experimental no momento do estabelecimento do ano agrícola 20/21(A); Parcelas aos 21 dias após a semeadura (B).

2.4 Variáveis estudadas

Para a avaliação das características morfológicas e estrutura das plantas durante os anos, foram escolhidas aleatoriamente, entre as linhas centrais, três plantas representativas de cada parcela, marcadas nas linhas e identificadas com etiquetas para melhor identificação (Figura 3).



Figura 3. Identificação dos perfilhos dentro das parcelas experimentais.

Os perfilhos foram acompanhados semanalmente durante os anos, e na aferição das folhas foram identificadas: folhas expandidas (quando a lígula era visível), folhas em expansão (sem a lígula visível), folhas em senescência (quando as extremidades apresentavam senescência). Folhas que apresentavam acima de 50% de senescência eram consideradas mortas.

Para avaliação dos parâmetros da morfogênese foram escolhidos e identificados três perfilhos representativos de cada parcela. As aferições foram realizadas com o auxílio de

régua graduada em centímetros e paquímetro de 150 mm. No perfilho foi aferido o comprimento do pseudocolmo (medido do solo até a última lígula completamente expandida), a lâmina foliar (medido a partir da lígula expandida até extremidade verde da lâmina) e a folha em alongamento (medido a partir da lígula da última folha expandida até o final da lâmina).

Com as informações coletadas dos perfilhos foram calculados conforme (Lemaire & Chapman, 1996):

- a) Taxa de aparecimento de folhas (TAF, folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹): relação entre número de folhas surgidas por perfilho pelo número de dias do período de avaliação.
- b) Taxa de alongamento de folhas (TALF, cm de lâmina foliar perfilho⁻¹ dia⁻¹): relação entre o somatório de todo alongamento das lâminas foliares em centímetro e o número de dias do período de avaliação.
- c) Taxa de alongamento de colmos (TAC, cm perfilho⁻¹ dia⁻¹): relação entre a diferença do comprimento do pseudocolmo, no final e no início das avaliações, e o número de dias do período de avaliação.
- d) Filocrono (F, dias folha perfilho⁻¹): intervalo de tempo necessário para o aparecimento de duas folhas consecutivas, sendo o inverso da taxa de aparecimento de folhas.
- e) Número de folhas vivas por perfilho (NFV, folhas perfilho⁻¹): média do número de folhas em expansão e expandidas por perfilho durante o período de avaliação, excluindo-se as folhas que tivessem mais de 50% do seu comprimento sendo considerado senescido ou morto.
- f) Duração de vida das folhas (DVF, dias): tempo em que a folha permanece verde sobre o perfilho, sem que haja qualquer perda por senescência, sendo estimada pela equação $DVF = NFV \times F$.

Para determinação das características estruturais de cada cultura foram realizadas medidas nas plantas antes da colheita para determinação de:

- a) Número de perfilhos: obtido por meio da média do número de plantas em um metro linear;
- b) Altura da planta (m): obtida com o auxílio de uma régua, cujas medidas foram obtidas da média de três plantas de forma aleatória da área útil de cada parcela experimental; considerando-se a distância do solo até a inserção da folha-bandeira, o resultado dado pela média das plantas avaliadas;
- c) Diâmetro do Colmo (cm): mensurado na região central da planta com o auxílio de paquímetro.

d) Altura da inserção da espiga ou panícula (cm): determinada no final do ciclo da cultura, a média de três plantas tomadas ao acaso das duas linhas centrais da área útil de cada parcela, medindo-se o comprimento (cm) da base da planta até a inserção da primeira espiga.

A semeadura no ano 1 foi realizada dia 19/12/2020 e a colheita no dia 17/03/2021, para todos os híbridos. No ano 2 a semeadura ocorreu em 02/11/2021 e a colheita em 28/01/2022 para os híbridos BAMH, exceto para o ADRf 6010 que foi colhido em 18/02/2022. Em ambos os anos a colheita ocorreu em média aos 88 dias após a semeadura, exceto para o híbrido ADRf 6010 Valente, que aconteceu após 125 dias no ano 2. Isso ocorreu porque no momento da colheita ADRf 6010 ainda apresentava elevada umidade.

2.5 Colheita

Para realização das análises coletou-se todo o material das parcelas e pesados para avaliar a produção de biomassa, a composição física da planta, os teores de massa seca da planta e de seus componentes estruturais.

Os cortes foram realizados manualmente com o auxílio de facão a 0,15 m do solo. Para milho, considerado a ponto de colheita a partir de ½ linha do leite (1/2 LL), próximo a 30% a 35% de matéria seca na média da planta inteira, e milheto grão farináceo (25% de MS). Para o sorgo foi considerado o ponto de colheita em grão em estágio pastoso-farináceo (30% a 35% de MS)

A estimativa de produção foi realizada considerando o total de biomassa de cada parcela utilizando a área útil central para as avaliações, de acordo com a maturação dos grãos considerando o estágio de grão farináceo e teor de matéria seca ideal para os híbridos de milheto e cultivares de milho, sorgo dos quais foram avaliados número de plantas por metro linear, altura da planta, material senescente, produção de massa verde e massa seca, massa seca de folhas, colmo, panícula, material senescente.

Para avaliação da composição morfológica foram escolhidas aleatoriamente duas plantas da área útil para separação de folha, colmo, material senescente e panículas para a produção de massa verde, conseqüentemente levadas para estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas para obtenção da massa seca (AOAC, 1990) e convertidas para g kg⁻¹.

2.6 Análise estatística

De posse dos dados, após coletados e tabulados, foram submetidos à análise de variância utilizando programa estatístico PROC GLIMMIX do software SAS (SAS

OnDemand, 2023), as médias foram comparadas pelo teste de “Tukey” a 5 % de nível de significância, utilizando o seguinte modelo estatístico: $Y_{jkl} = \mu + I_j + m_k + n_l + x_{jk} + e$

em que: Y_{jk} – observação das culturas: j – ano; k – culturas;

μ – efeito geral médio;

I_j – efeito do ano;

m_k – efeito das culturas;

n_l – efeito do bloco;

x_{jk} – efeito da interação entre ano e culturas (jk);

e – erro aleatório associado em cada observação (jk)

Os dados de correlação foram obtidos utilizando o procedimento estatístico PROC CORR do software SAS (SAS On Demand, 2023).

3. RESULTADOS

3.1 Produção e composição das culturas

Foi observado o efeito da interação entre cultura e ano ($P < 0,05$; Tabela 1) para todas as variáveis, exceto para massa seca, a qual teve efeito dos fatores isolados. Para cultura ADRf 6010, equiparado ao milho e sorgo, verificou maior porcentagem na massa verde (65% e 53%), massa seca (15% e 47%), EA e Colmo (49% e 10%). A cultura com maior teor de MS e foi o milho, em função da sua maior proporção de espiga, em comparação com as outras culturas.

3.2 Característica estruturais

Foi verificada interação ($P < 0,05$; Tabela 2) entre cultura e ano para diâmetro do colmo (DC), altura do colmo (AC), altura da inserção da panícula (AIP), comprimento da panícula (Cpan) e diâmetro da panícula (Dpan). A AP não sofreu efeito da interação entre cultura e ano, que foi maior para Milheto. Entre os anos, houve variação no crescimento das culturas onde no ano 1 a cultura do Milheto se destacou como um dos mais altos, de forma geral as culturas tiveram alturas superiores a 180 cm durante o ano 1, enquanto no ano 2 a altura ultrapassou 250 cm. O diâmetro do colmo foi maior ($P < 0,05$) para cultura do milho no ano 1 quando comparado às culturas estudadas. A altura do colmo foi maior ($P < 0,05$) para cultura do Milheto no primeiro e segundo ano, quando equiparada com as demais culturas. O número de plantas (NP) foi significativamente superior ($P < 0,05$) para as culturas do Sorgo e Milheto ($P = 0.0002$), sendo que o número de plantas ficou em torno de 7 plantas m^{-1} . O número de perfilhos (NPer) diferiu ($P < 0,05$) entre as culturas, observando-se maior média para a cultura do Milheto em relação com as demais culturas. A altura da inserção da panícula (AIP) diferiu ($P < 0,05$) entre as culturas, verificou-se maior altura para a cultura do sorgo. O comprimento da panícula (Cpan) sofreu efeito da interação entre cultura e ano. O Cpan foi similar entre as culturas em cada ano, porém no segundo ano 21/22, o sorgo não emitiu panícula, por esse motivo obteve a menor média. No diâmetro da panícula (Dpan) foi observada diferença ($P < 0,05$) para a cultura do sorgo e milho, sendo que os maiores valores foram encontrados no sorgo e milho respectivamente.

3.3 Características morfogênicas

As características morfogênicas sofreram efeito de interação ($P < 0,05$; Tabela 3) entre cultura e ano para as variáveis Taxa de Alongamento de Folhas (TALF), Taxa de Alongamento de Colmo (TAC) e Filocrono (F). De maneira geral o Sorgo apresentou valores superiores para Taxa de Aparecimento de Folhas (TAF), TALF e TAC que às demais culturas, fato que está associado às características inerentes de cada cultura. O F diferiu ($P < 0,05$) entre as culturas, observando-se maior média para Milheto em relação às culturas de milho e sorgo. O Número de folhas vivas (NFV) e Duração de Vidas das Folhas (DVF) foi maior ($P < 0,05$) em milho no ano 1 quando comparado às outras culturas (Tabela 3).

3.4. Correlação das culturas de milho.

Quanto às correlações entre as variáveis, na cultura do milho a TALF foi mais influenciada pela produção de NFV (0,81), AP (0,85), DC (0,90), AC (0,85), massa verde (0,94), massa seca (0,91) e EA (0,94) (Tabela 4). O número de folhas vivas se correlacionou positivamente ($P < 0,05$) com DVF (0,95), DC (0,94), massa verde (0,82), massa seca (0,82) e EA (0,83). Houve alta correlação positiva para variável Altura de planta com as variáveis DC (0,83), AC (1,00), massa verde (0,92), massa seca (0,92) e EA (0,92). O diâmetro do colmo apresentou maior correlação positiva para as variáveis AC (0,83), massa verde (0,88), massa seca (0,88), massa seca (0,88) e EA (0,88). Os maiores Coeficientes de correlação para a variável Altura do colmo foram observados em relação com a massa verde (0,92), massa seca (0,92) e EA (0,92). A tonelada de massa verde por hectare é altamente correlacionada com massa seca (0,99) e EA (1,00). Visto que massa seca apresentou correlação alta para EA (0,99). O colmo correlacionou positivamente e negativamente com Cpan e TAC 0,92 e -0,81 respectivamente.

3.5. Correlação das culturas de sorgo.

Foi observado na cultura do sorgo alta correlação negativa entre TALF com DVF (-0,95), Cpan (-0,84) e DPan (-0,82). A variável TAF apresentou correlação alta, porém negativa também para a variável DVF (-0,89) (Tabela 5).

A variável TAC revelou alta correlação positiva e negativa com as variáveis NFV (0,87), AP (0,91), AC (0,99), Cpan (0,90), DPan (0,92), massa seca (0,81), MS (0,95), Folha (-0,92) e Panícula (0,80). Houve correlação alta positiva e negativa para Número de folhas viva com

AP (0,80), DC (0,83), AC (0,92), Cpan (0,92), DPan (0,92), MS (0,90) e Folha (-0,82). A variável DVF correlaciona-se positivamente e negativamente com AC (0,81), CPan (0,90), DPan (0,89) e Folha (-0,80). Observou-se alta correlação da altura da planta com AC (0,90), DPan (0,80), MS (0,91) e Folha (-0,85). A altura do colmo possui correlação alta positiva e negativa com Cpan (0,95), DPan (0,97), MS (0,95), Folha (-0,95) e Panicula (0,86). O comprimento da panícula é altamente correlacionado com DPan (1,00), MS (0,89), Folha (-0,92) e Panícula (0,87). O diâmetro da panícula apresentou alta correlação com MS (0,93), Folha (-0,93) e Panícula (0,86). A variável toMVha possui alta correlação com toMSha (0,97), EA (1,00) e Colmo (-0,88). Observou-se que a variável toMSha apresenta correlação alta positiva e negativa com EA (0,98) e Colmo (-0,84). Notou-se que a variável folha possui alta correlação com MS (-0,87) e panícula (-0,97). A variável EA possui alta correlação negativa com a variável Colmo (-0,87).

3.6. Correlação do híbrido Milheto.

Foi encontrada correlação positiva e negativa ($P < 0,01$) entre a TAF com TALF (0,96) e DVF (-0,82). A variável TAC possui correlação alta com a AC (0,87) (Tabela 6). O número de folha viva possui correlação com DC (0,84) e CPan (-0,89). A altura da planta é altamente correlacionada com DPan (0,91). O DC possui correlação negativa com CPan (-0,81). Houve correlação alta e positiva da variável EA com as variáveis massa verde (0,96) e massa seca (0,83). Foram encontradas correlações positivas e negativas altamente significativas entre MS com Folha (-0,82) e Colmo (0,83).

4. DISCUSSÃO

4.1. Produção e composição das culturas

A produção de milho e sorgo apresentaram redução no segundo ano, quedas de 61% e 38%, respectivamente. No entanto, apesar do menor teor de MS no momento do corte, o híbrido de milheto teve acréscimo de 11% na produção. A produção matéria verde por hectare da silagem de milho está relacionada com um conjunto de fatores, como a escolha da cultivar para o plantio, densidade da cultura, condições de crescimento, grau de maturidade e umidade da cultura quando colhida, e as condições de ensilagem. Entretanto, genótipos de milho voltados para a produção de silagem, devem apresentar produção de matéria verde acima de 30 t MV ha⁻¹ para serem economicamente viáveis (SILVA FILHO *et al.*, 2022).

Von Pinho *et al.* (2009) relataram que o máximo acúmulo de matéria seca nas folhas e na palha das espigas das plantas de milho é adquirido no estágio fenológico R6 e que o máximo acúmulo de matéria seca no colmo, nos sabugos e nos grãos de milho é adquirido nos estádios R9 e R10 de desenvolvimento da cultura.

Além de ser pouco exigente quanto à fertilidade, o milheto possui uma característica que o coloca em vantagem econômica em relação ao milho e ao sorgo, que é a baixa exigência hídrica. Enquanto o milho e o sorgo necessitam, respectivamente, de 370 e 321 g de água para cada grama de matéria seca, o milheto precisa, dependendo das circunstâncias climáticas, de menos de 300 g. Sendo assim, o milheto se torna uma planta de importância, não só pelas características benéficas que proporciona ao solo, mas também no fator econômico de instalação e condução da lavoura (EMBRAPA, 2016).

A eficiência na utilização de água mostrou que o milheto foi mais eficiente entre as culturas no aproveitamento de água, a cultura exige 300 mm de água, possui elevada eficiência na transformação de água em matéria seca (282-302g de água/ 1g matéria seca) conforme descrito por Landau e Pereira Filho (2009). Durante o experimento, o acumulado de chuvas foi de 661 mm e 698 mm, para o ano 1 e 2, respectivamente.

O milho apresentou maior proporção de espigas, que se associa ao aumento do teor de matéria seca. A massa de colmo foi maior no sorgo e milheto, de maneira que afetou a produção de massa verde, mesmo com o menor teor de MS observado no ano 2 para o milheto.

O milheto possui colmos lisos de aproximadamente 1 a 2 cm de diâmetro e raramente apresenta ramificações secundárias e terciárias a partir das gemas laterais dos nós (ALCANTARA; BUFARAH, 1988). Das partes da planta de sorgo, o colmo é a porção que menos contribui para o aumento do teor de matéria seca, seguido pelas folhas e a panícula, sendo esta última relacionada com grandes ganhos de matéria seca em um curto período (CARVALHO *et al.*, 1992). Conforme Keplin (1992), para se obter uma silagem de alta energia, o cultivar deve apresentar alta proporção de espigas, fato observado neste estudo para o milho, no entanto a baixa produção ha^{-1} , observadas neste experimento, inviabiliza seu uso.

A colheita do sorgo estava prevista para quando os grãos estivessem em estágio de pastoso-farináceo, no entanto, a região foi acometida por fortes rajadas de vento, favorecendo o acamamento das parcelas de sorgo, que também foram acometidas por uma doença no colmo, podridão vermelha do colmo (*Fusarium moniliforme*), fazendo com que a colheita fosse adiantada. Diante desse ocorrido, sorgo apresentou maior teor de material senescente, isso pode ser associado ao fato de que a cultura é propensa a pragas e doenças (Figura 4).



Figura 4. Tombamento de sorgo após vendaval e observação de pragas e doenças causando prejuízos a cultura.

4.2 Características estruturais

Os dados do experimento, verificam que houve um período de estresse para no ano 2, pelo fato de que as culturas de milho e sorgo apresentarem menor AP. Bonfim-Silva *et al.* (2011), em estudo com o milho, sorgo e milheto sob déficit hídrico, identificaram que em condições de maior déficit hídrico, a cultura do milho apresentou menor valor de altura, comportamento semelhante mesmo não tendo déficit hídrico no presente estudo.

No entanto, Tardin *et al.* (2013), observaram que híbridos de sorgo granífero cultivados sob irrigação e déficit hídrico, tiveram os valores variável para altura (75 -130 cm), em condições de déficit hídrico, se encontravam dentro da altura média (105 -154 cm) para a espécie estudada.

Existe uma grande variação de altura das plantas descrita na literatura, fato esse, que devemos interpretar de forma cuidadosa, pois essa característica pode ser fortemente influenciada por variáveis como a idade da avaliação realizada, condições edafoclimáticas de cultivo, adubação ou falta e época de semeadura da cultura (SILVA, 2021)

O milheto possui características de crescimento em que perfilhos são emitidos continuamente sendo encontrados perfilhos na fase reprodutiva e em diversos estádios da fase vegetativa, fazendo que a mensuração da altura uma medida pouco esclarecedora, podendo ocasionar maior risco de erro na amostragem (QUEIROZ *et al.*, 2012).

O diâmetro de colmo foi inferior para o híbrido de milheto, no entanto apresentou maior Nper, característica da cultura. Porém, o diâmetro do colmo possui grande importância

para sustentação dos vegetais, quanto maior o diâmetro da planta maior capacidade da mesma evitar o tombamento (TAIZ; ZEIGER, 2013). Vale ressaltar também, que colmos mais grossos tem alta quantidade de fibras, e assim, eleva o teor de lignina, sendo indesejável na nutrição dos herbívoros pois essa parte não é digestível. No presente estudo, os resultados apresentaram valores maiores ao encontrado na literatura (MELO *et al.*, 2015).

A AP e o Nper do híbrido de milho, superiores as demais culturas, vão de encontro aos citados na literatura (ROSA, 2023).

Entretanto, as variações observadas para milho e sorgo dificultam a escolha de uma planta, cultivar, variedade ou híbrido, para ser destinada a ensilagem, pois essa variável está relacionada com a produção. Desta maneira, os sistemas intensificados de produção prezam por maior produtividade e qualidade dos materiais destinados a esse fim. Variações quanto a altura do colmo foram observadas na literatura (NASCIMENTO *et al.*, 2017).

De acordo com Fancelli e Dourado Neto (1997), o crescimento do colmo das plantas de milho ocorre principalmente a partir da emissão da oitava folha (estádio V8), prolongando até o florescimento (estádio R), visto que, o colmo não atua somente como suporte de folhas e inflorescências, mas especialmente como uma estrutura designada ao armazenamento de sólidos solúveis, que serão utilizados para a formação dos grãos.

Perazzo *et al.* (2014), relataram que o caráter número de colmo por hectare representa a população de sorgo por unidade de área, assim, pode ser associado a produção de matéria seca, quando analisado juntamente com diâmetro de colmos e altura de plantas.

O número de perfilhos no híbrido de milho, manteve-se nos dois anos, relacionando com a produção de massa verde. Estudo feito por Miranda (2023) com milho observou que o número de perfilhos por planta, com a presença de irrigação os valores de médias são superiores, sendo 2,07 perfilhos por planta e 1,82 perfilhos por planta na ausência de irrigação. Sendo que no presente estudo os resultados encontrados foram maiores, mesmo sem irrigação.

O comprimento da panícula foi semelhante entre as culturas, mas o diâmetro foi maior na espiga do milho, o dobro da panícula de milho. No ano 2, o sorgo não apresentou Cpan e Dpan, pelo fato de que a colheita foi antecipada como medida preventiva ao tombamento, visto que as plantas apresentavam incidência de pragas e doenças, inferindo no menor teor de MS (26%). Neumann *et al.* (2002), observaram que a panícula é um componente que causa influência positiva na qualidade da silagem, sendo assim, quanto maior a porcentagem de panícula (grãos) na estrutura da planta, teoricamente melhor o valor nutricional do material.

4.3 Características morfogênicas

A TAF foi semelhante entre culturas no ano 1, porém o milho e milheto apresentaram menores taxas no ano 2, comparados ao sorgo. Todavia, as taxas de alongamento sofreram efeito do ano sob as culturas, em que milho e milheto foram inferiores ao sorgo. O alongamento foliar é dependente da zona de alongamento e das zonas de divisão celular, caracterizadas pela grande demanda e acúmulo de N, indicando sua importância no processo fisiológico da planta (VOLENEC E NELSON, 1983). O maior alongamento das folhas e colmo provavelmente é devido a boa disponibilidade de P às plantas, relevante em todos os processos morfofisiológicos, sendo essencial para a formação do ATP (adenosinatrifosfato), principal fonte de energia (DUARTE *et al.*, 2019).

O filocrono foi maior na cultura do milheto ADRf 6010, pode-se inferir que, esse resultado está relacionado a maior AP constatada, pois conseqüentemente, a folha necessita percorrer um maior caminho na bainha para aparecer fora do cartucho. De modo que, observando o CFF da folha, houve semelhança entre as culturas.

Morais *et al.* (2012), relataram resultados semelhantes ao presente estudo para o filocrono em espécies forrageiras, o maior valor encontrado desta variável foi constatado para a condição de solo saturado. Martuscello *et al.* (2015), expõem que o NFV é determinado geneticamente para cada espécie ou cultivar, podendo sofrer variações do clima e solo, e redução sob condições de estresse, não sendo observado variação no NFV para o híbrido ADRf 6010, constatando sua estabilidade em relação a essa variável.

4.4. Correlação das culturas de milho

Se correlacionam positivamente com os caracteres de produção as variáveis TALF, TAC, NFV, DVF, AP, DC, AC, sendo observações importantes na escolha de milho para a ensilagem.

A alta correlação EA com TALF, NFV, DVF, AP, DC, AC, e produção, podem ser explicados, porque a eficiência instantânea no uso da água (EA) é calculada pela relação entre fotossíntese líquida e transpiração $[(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1})/(\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})]$ e temperatura da folha (T_f °C) (SILVA, 2017).

Bordallo (2005), analisando genótipos de milho doce e milho comum que identificaram correlação positiva do diâmetro de espiga com produtividade. Santos *et al.* (2005), trabalharam com híbridos de milho verde e verificaram correlações de elevada magnitude entre diâmetro da espiga e peso de espigas, confirmando que ao realizar seleções

para diâmetro de espiga, efetua-se indiretamente seleção para peso de espiga. Conforme Munawar *et al.* (2013) encontraram em seu estudo afirma que existe efeito direto positivo do diâmetro da espiga com o rendimento de grãos. He *et al.* (2014) relataram que um importante carácter a ser analisado é o diâmetro da espiga e a altura da espiga pois proporciona a obtenção de genótipos com maior rendimento de grãos.

4.5 Correlação das culturas de sorgo

A TAC, é um importante critério para a escolha de sorgo para ensilagem, pois no presente estudo essa se correlaciona positivamente com NFV, DVF, AP, DC, AC, Cpan, Dpan, produção, MS e massa de panícula.

A menor altura de plantas é ideal para materiais graníferos, facilitando a mecanização, reduzindo riscos de acamamento e até aumentando a Eficiência da planta na produção de grãos, o presente estudo apresentou altura de 176 cm. A produtividade de panícula apresentou correlação positiva com a altura de plantas, pelo fato de que o sorgo escolhido para esta pesquisa é destinado a produção de forragem, portanto para emitir panícula necessitaria ter maior altura. Magalhães e Durães, (2003) observaram que as plantas destinadas à produção e qualidade de grãos, tendem a translocar os nutrientes absorvidos e suas reservas energéticas para a fase reprodutiva, ocasionando menos gasto metabólico com crescimento vegetativo.

Leite *et al.* (2002), estudando sorgo identificou que a correlações da altura com a MS e o IAF foram positivas, indicando que, quanto maior a altura, maiores foram a MS e o IAF; por outro lado, com a Relação da área foliar - RAF e a Eficiência do uso de água - EA, as correlações foram negativas, indicando que, quanto mais altas foram as plantas, menores foram a RAF (AZEVEDO; TABOSA, 1998; TABOSA *et al.*, 1999).

Desse modo, pode-se afirmar que, selecionar uma planta por meio da TALF levaria a seleção de menores valores para DVF, CPan e DPan, já que a correlação entre estas é alta e proporcional.

4.6. Correlação do híbrido de milho ADRf 6010

A EA, apresentou correlação positiva com caractere de produção massa seca, quanto que a AP teve correlação positiva com TAF e TALF. Também evidenciou que quanto maior a massa de folha menor a MS (-0,82) e quanto mais colmo maior a MS (0,83).

Netto *et al.* (1998), evidenciaram em seu estudo com milho que a produção potencial de forragem (consideraram-se perfilhos, folhas e massa) mostrou uma correlação significativa

positiva com o comprimento da folha largura da folha, altura da planta, comprimento da panícula, espessura da panícula, número total de folhas, espessura do caule e comprimento do entrenó. Sendo justificado que esses caracteres são correlacionados, pois, quanto maior o porte da planta, maior será a área fotossintética e, conseqüentemente, o genótipo poderá fornecer mais forragem (MAITI *et al.*, 1989).

A altura da planta pode estar correlacionada positivamente com a produção de matéria natural e matéria seca. No entanto, comumente, apresenta correlação positiva com a porcentagem de colmo e com a porcentagem de acamamento das plantas, características pouco desejáveis para a produção eficiente de forragem (CORRÊA *et al.*, 1996).

Maiti e Soto (1990), encontraram correlação que indicaram que a altura da planta, o número de perfilhos, e a área da folha-bandeira colaboram significativamente com a produção de grãos de cultivares de milheto em diferentes ambientes.

O sucesso na produção de silagem de milho, sorgo e milheto depende da obtenção de altas produtividades de matéria seca por hectare. É importante que a composição bromatológica da planta esteja compatibilizada com as exigências do processo fermentativo e dos animais que serão alimentados com ela. Desta forma, a escolha da cultivar adequada a uma determinada região, com significativa produção de grãos, é necessário para se obter uma silagem com alto valor nutritivo.

5. CONCLUSÃO

As diferenças das condições climáticas de cada ano afetam as características morfológicas, morfogênicas e de produção.

O milho e o sorgo demonstraram variações na altura da planta ao longo dos anos. O milho pode oferecer alturas mais consistentes, enquanto o sorgo mostrou uma diminuição no segundo ano. O híbrido de milheto manteve uma altura estável.

As diferentes culturas apresentaram variações significativas em taxas de crescimento foliar, alongamento de colmo e outras características morfogênicas ao longo dos anos. Isso pode influenciar a produção de biomassa e a qualidade da silagem.

Há variações notáveis no número de plantas, altura e estrutura da panícula entre as culturas. O milho tende a ter uma estrutura de panícula mais consistente, enquanto o sorgo pode apresentar variações na altura da inserção da panícula.

A eficiência na produção de biomassa variou entre as culturas e ao longo dos anos. O desempenho do híbrido de milheto foi relativamente estável em várias métricas, o que pode ser considerado para uma produção mais previsível.

É importante notar que as características das culturas variaram consideravelmente de um ano para o outro. Isso destaca a importância de avaliar não apenas médias anuais, mas também a consistência do desempenho ao longo do tempo.

Em resumo, a escolha entre milho, sorgo e híbrido de milheto para a produção de silagem dependerá das prioridades do uso. O híbrido de milheto mostrou certa estabilidade no anos avaliados. O sorgo apresentou variações mais bruscas, o que pode ser um fator a considerar, dependendo da tolerância a flutuações na produção. A decisão final deve levar em conta não apenas os dados médios, mas também a adaptabilidade das culturas às condições locais e a consistência em diferentes anos.

O sorgo tem o agravante de ser susceptível as doenças que inviabilizam sua produção de panícula e aumentam os riscos de perda por tombamento.

6 TABELAS CAPÍTULO III

Tabela 1. Produção e composição de culturas de Interesse Zootécnicos para ensilagem em diferentes anos.

Itens	Cultura				EPM	p-valor		
	Ano	Milho	Sorgo	Milheto		Cultura	Ano	Cultura *Ano
Massa Verde	1	36,11 Ab	42,28 Ab	69,61 Aa	4,83	<,0001	0,0227	0,0163
	2	14,36 Bb	26,50 Bb	77,95 Aa				
Massa Seca	1	12,53 Ab	14,97 Ab	20,78 Aa	1,66	0,0007	0,0010	0,1200
	2	4,90 Bb	6,89 Bb	18,98 Aa				
EA	1	39,60 Ab	46,36 Ab	76,33 Aa	5,24	<,0001	0,0060	0,0345
	2	14,64 Bb	27,02 Bb	79,46 Aa				
MS	1	34,66 Aa	35,24 Aa	29,92 Ab	1,15	0,0034	0,0002	0,0106
	2	33,84 Aa	26,01 Bb	24,33 Bb				
Massa de Folha	1	123,70 Aa	155,35 Ba	175,66 Ba	19,94	0,0032	0,0009	0,0045
	2	106,18 Ab	302,34 Aa	264,13 Aa				
Massa de Colmo	1	270,25 Ac	497,68 Ab	620,28 Aa	19,09	<,0001	0,2079	0,0042
	2	301,26 Ab	522,06 Aa	505,88 Ba				
Massa de Panícula/ Espiga	1	517,13 Aa	196,39 Ab	103,77 Ac	28,72	<,0001	0,0128	0,0509
	2	505,18 Aa	52,60 Bb	73,23 Ab				
Massa Senescente	1	88,92 Ab	150,58 Aa	100,30 Bab	16,58	0,1071	0,3727	0,0177
	2	87,38 Ab	123,00 Aab	156,76 Aa				

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si ($P < 0,05$). EPM: Erro Padrão Médio. Massa verde (ton. MV ha⁻¹): Toneladas de Matéria Verde por hectare; Massa seca (ton. MS ha⁻¹): Toneladas de Matéria Seca por hectare; EA (kg mm⁻¹): Eficiência no uso da água; MS (%): Matéria Seca; Folha, Como, Panícula e Senescente (g kg⁻¹): gramas por quilo na matéria seca.

Tabela 2. Características estruturais de culturas de Interesse Zootécnicos para ensilagem em diferentes anos.

Itens	Cultura				EPM	p-valor		
	Ano	Milho	Sorgo	Milheto		Cultura	Ano	Cultura*Ano
AP	1	189,41 Ac	207,91 Ab	288,75 Aa	6,06	<,0001	<,0001	0,0010
	2	160,21 Bc	176,41 Bb	291,25 Aa				
DC	1	25,61 Aa	21,34 Ab	15,19 Ac	0,87	0,0004	0,0002	0,0076
	2	17,04 Ba	18,96 Aa	13,09 Ab				
AC	1	189,42 Ab	195,00 Ab	280,67 Aa	3,80	<,0001	<,0001	0,0002
	2	160,21 Bc	171,42 Bb	283,00 Aa				
NP	1	3,60 b	7,06 a	6,81 a	0,26	0,0001	0,2593	0,2050
	2	4,00 b	6,75 a	7,50 a				
NPer	1	1,00 b	1,36 b	6,05a	0,26	<,0001	0,9135	0,9639
	2	1,00 b	1,50 b	6,00a				
AIP	1	93,33 Ac	226,42 Ab	292,25 Aa	7,68	<,0001	<,0001	<,0001
	2	97,00 Ab	0,00 Bc	297,75 Aa				
Cpan	1	23,75 Ba	25,50 Aa	23,00 Aa	1,25	<,0001	0,0002	<,0001
	2	27,75 Aa	0,00 Bb	25,25 Aa				
Dpan	1	36,99 Ab	42,46 Aa	18,59 Ac	1,59	<,0001	<,0001	<,0001
	2	36,35 Aa	0,00 Bc	15,00 Ab				
CFF	1	83,62 Aa	74,93 Aa	79,72 Aa	3,62	0,5419	0,1994	0,0843
	2	68,93 Ba	77,17 Aa	79,96 Aa				

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si ($P < 0,05$), EPM: Erro Padrão Médio. AP (cm): Altura da planta. DC (mm): Diâmetro do colmo. AC (cm): Altura do colmo. NP (plantas m^{-1}): Número de plantas. NPer (perfilhos planta $^{-1}$): Número de perfilhos. AIP (cm): Altura da inserção da panícula. Cpan (cm): Comprimento da panícula. Dpan (mm): Diâmetro da panícula. CFF (cm): Comprimento final da folha.

Tabela 3. Características morfológicas de culturas de Interesse Zootécnicos para ensilagem em diferentes anos.

Itens	Cultura				EPM	p-valor		
	Ano	Milho	Sorgo	Milheto		Cultura	Ano	Cultura*Ano
TAF	1	0,17Aa	0,19Ba	0,15Aa	0,01	0,0177	0,0791	0,4366
	2	0,18Ab	0,23Aa	0,17Ab				
TALF	1	17,26Aa	14,53Ba	13,94Aa	1,39	0,2014	0,5019	0,0162
	2	12,79Bb	19,89Aa	15,35Ab				
TAC	1	3,93Aa	4,25Aa	3,18Ab	0,25	0,0446	0,0033	0,0147
	2	3,67Aa	2,57Bb	2,95Ab				
F	1	6,21Ab	5,47Ab	8,74Aa	0,40	0,0042	0,0005	0,0062
	2	6,00Aa	4,47Bb	5,87Ba				
NFV	1	10,86Aa	8,83Ab	7,43Ac	0,40	0,0019	0,0003	0,1712
	2	8,12Ba	7,06Bab	6,35Ab				
DVF	1	67,61Aa	47,94Ab	56,75Aab	3,30	0,0693	0,005	0,4243
	2	48,80Ba	31,21Bb	49,99Aa				

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si ($P < 0,05$). EPM: Erro Padrão Médio. TAF (folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹): Taxa de Aparecimento de Folhas. TALF (cm de lâmina foliar perfilho⁻¹ dia⁻¹): Taxa de Alongamento de Folhas. TAC (cm perfilho⁻¹ dia⁻¹): Taxa de Alongamento de Colmo. F (dias folha⁻¹ perfilho⁻¹): Filocrono. NFV: Número de folhas vivas. DVF (dias): Duração de Vidas das Folhas.

Tabela 4. Coeficiente de correlação de Pearson entre caracteres morfológicos e agronômicos em relação a produção da cultura de milho.

	TAF	TALF	TAC	NFV	DVF	AP	DC	AC	NP	CPan	DPan	Massa verde	Massa seca	EA	MS	Folha	Colmo	Panicula
TAF	-	-0,25	0,10	-0,40	-0,62	-0,38	-0,48	-0,38	0,31	0,15	-0,79*	-0,43	-0,47	-0,44	-0,10	0,52	0,11	-0,46
TALF		-	0,60	0,81*	0,72*	0,85*	0,90*	0,85*	-0,72*	-0,59	-0,05	0,94*	0,91*	0,94*	0,23	0,48	-0,63	-0,06
TAC			-	0,20	0,13	0,70*	0,44	0,70*	-0,02	-0,79*	-0,48	0,53	0,53	0,52	0,31	0,61	-0,81*	0,12
NFV				-	0,95*	0,74*	0,94*	0,74*	-0,54	-0,24	0,04	0,82*	0,82*	0,83*	0,28	0,14	-0,20	-0,14
DVF					-	0,68*	0,94*	0,68	-0,51	-0,15	0,24	0,75*	0,76*	0,76*	0,26	-0,02	-0,13	-0,03
AP						-	0,83*	0,99**	-0,35	-0,76*	-0,03	0,92*	0,92*	0,92*	0,32	0,26	-0,63	0,22
DC							-	0,83*	-0,56	-0,40	0,04	0,88*	0,88*	0,88*	0,31	0,24	-0,42	-0,04
AC								-	-0,35	-0,76*	-0,03	0,92*	0,92*	0,92*	0,32	0,26	-0,63	0,22
NP									-	0,20	-0,39	-0,65	-0,58	-0,65	0,15	-0,19	0,35	0,06
CPan										-	0,13	-0,68	-0,67	-0,67	-0,10	-0,22	0,92*	-0,50
DPan											-	0,12	0,11	0,12	-0,23	-0,63	0,17	0,42
Massa verde												-	0,99**	0,99**	0,29	0,27	-0,64	0,11
Massa seca													-	0,99**	0,42	0,29	-0,62	0,06
EA														-	0,28	0,26	-0,64	0,11
MS															-	0,52	-0,11	-0,55
Folha																-	-0,39	-0,66
Colmo																	-	-0,35
Panicula																		-

**<0,0001 *<0,05. TAF Taxa de Aparecimento de Folhas. TALF: Taxa de Alongamento de Folhas. TAC: Taxa de Alongamento de Colmo. F: Filocrono. NFV: Número de folhas vivas. DVF: Duração de Vidas das Folhas. AP: Altura da planta. DC: Diâmetro do colmo. AC: Altura do colmo. NP: Número de plantas. NPer: Número de perfilhos. AIP: Altura da inserção da panícula. Cpan: Comprimento da panícula. Dpan: Diâmetro da panícula. CFF: Comprimento final da folha. Massa verde: Toneladas de Matéria Verde por hectare; Massa seca: Toneladas de Matéria Seca por hectare; EA: Eficiência no uso da água; MS: Matéria Seca; Folha, Como, Panícula e Senescente.

Tabela 5. Coeficiente de correlação de Pearson entre caracteres morfológicos e agronômicos em relação a produção da cultura de sorgo.

	TAF	TALF	TAC	NFV	DVF	AP	DC	AC	NP	NPer	CPan	DPan	Massa verde	Massa seca	EA	MS	Folha	Colmo	Panícula
TAF	-	0,79*	-0,60	-0,41	-0,89*	-0,28	-0,16	-0,58	-0,39	0,39	-0,64	-0,63	-0,35	-0,42	-0,38	-0,52	0,60	0,09	-0,57
TALF		-	-0,61	-0,67	-0,95*	-0,33	-0,50	-0,67	-0,28	0,12	-0,84*	-0,82*	-0,36	-0,45	-0,40	-0,64	0,66	0,04	-0,66
TAC			-	0,87*	0,78*	0,91*	0,59	0,99**	0,19	-0,34	0,90*	0,92*	0,68	0,81*	0,71*	0,95*	-0,92*	-0,54	0,80*
NFV				-	0,74*	0,80*	0,83*	0,92*	0,10	0,05	0,92*	0,92*	0,53	0,68	0,57	0,90*	-0,82*	-0,38	0,72*
DVF					-	0,50	0,53	0,81*	0,34	-0,25	0,90*	0,89*	0,49	0,59	0,53	0,75*	-0,80*	-0,21	0,76*
AP						-	0,59	0,90*	-0,03	-0,15	0,76*	0,80*	0,55	0,69	0,57	0,91*	-0,85*	-0,56	0,73*
DC							-	0,70*	0,18	0,39	0,75*	0,72*	0,36	0,46	0,40	0,59	-0,72*	-0,39	0,73*
AC								-	0,17	-0,21	0,95*	0,97**	0,64	0,77*	0,67	0,95*	-0,95*	-0,51	0,86*
NP									-	-0,27	0,19	0,17	0,70*	0,60	0,69	0,08	-0,32	-0,67	0,39
NPer										-	-0,13	-0,15	-0,58	-0,49	-0,56	-0,15	0,17	0,35	-0,09
CPan											-	1,00**	0,56	0,69	0,61	0,89*	-0,92*	-0,37	0,87*
DPan												-	0,57	0,71*	0,61	0,93*	-0,93	-0,38	0,86*
Massa verde													-	0,97**	1,00**	0,56	-0,65	-0,88*	0,59
Massa seca														-	0,98**	0,73*	-0,75*	-0,84*	0,67
EA															-	0,59	-0,68	-0,87*	0,62
MS																-	-0,87*	-0,42	0,75*
Folha																	-	0,60	-0,97**
Colmo																		-	-0,60
Panícula																			-

**> <0,0001 *> <0,05. TAF Taxa de Aparecimento de Folhas. TALF: Taxa de Alongamento de Folhas. TAC: Taxa de Alongamento de Colmo. F: Filocrono. NFV: Número de folhas vivas. DVF: Duração de Vidas das Folhas. AP: Altura da planta. DC: Diâmetro do colmo. AC: Altura do colmo. NP: Número de plantas. NPer: Número de perfilhos. AIP: Altura da inserção da panícula. Cpan: Comprimento da panícula. Dpan: Diâmetro da panícula. CFF: Comprimento final da folha. Massa verde: Toneladas de Matéria Verde por hectare; Massa seca: Toneladas de Matéria Seca por hectare; EA: Eficiência no uso da água; MS: Matéria Seca; Folha, Como, Panícula e Senescente.

Tabela 6. Coeficiente de correlação de Pearson entre caracteres morfológicos e agronômicos em relação a produção da cultura de milho.

	TAF	TALF	TAC	NFV	DVF	AP	DC	AC	NP	NPer	CPan	DPan	Massa verde	Massa seca	EA	MS	Folha	Colmo	Panícula
TAF	-	0,96*	0,24	0,42	-0,82*	0,90*	0,53	-0,50	0,07	0,57	-0,45	-0,54	0,38	0,29	0,35	-0,08	0,10	0,35	-0,48
TALF		-	0,44	0,37	-0,75*	0,96*	0,46	-0,49	0,01	0,38	-0,38	-0,49	0,39	0,30	0,36	-0,10	0,14	0,40	-0,59
TAC			-	0,16	0,15	0,55	0,22	-0,43*	-0,39	-0,10	-0,35	-0,03	0,18	0,35	0,26	0,18	0,09	0,53	-0,71*
NFV				-	-0,24	0,34	0,84*	-0,84	-0,49	0,63	-0,89*	-0,34	0,15	0,48	0,30	0,43	-0,63	0,64	0,29
DVF					-	-0,65	-0,35	0,10	-0,50	-0,37	0,10	0,35	-0,43	-0,37	-0,40	0,07	-0,10	-0,12	0,24
AP						-	0,36	-0,48	0,07	0,36	-0,43	-0,60	0,50	0,38	0,46	-0,14	0,26	0,34	-0,69
DC							-	-0,81*	-0,48	0,72*	-0,81*	-0,02	0,12	0,56	0,30	0,55	-0,58	0,74*	0,04
AC								-	0,72*	-0,69*	0,86*	0,39	-0,24	-0,37	-0,35	-0,15	0,32	-0,54	0,06
NP									-	-0,23	0,53	-0,08	0,30	0,12	0,19	-0,23	0,47	-0,46	-0,15
NPer										-	-0,72*	-0,46	0,40	0,38	0,43	0,02	-0,10	0,18	0,02
CPan											-	0,37	-0,15	-0,47	-0,28	-0,44	0,47	-0,67	-0,02
DPan												-	-0,56	-0,06	-0,42	0,57	-0,39	0,24	0,16
Massa verde													-	0,66	0,96*	-0,46	0,59	-0,30	-0,42
Massa seca														-	0,83*	0,35	-0,06	0,37	-0,25
EA															-	-0,22	0,39	-0,09	-0,36
MS																-	-0,82*	0,83*	0,23
Folha																	-	-0,72*	-0,62
Colmo																		-	-0,09
Panícula																			-

**<0,0001 *<0,05. TAF Taxa de Aparecimento de Folhas. TALF: Taxa de Alongamento de Folhas. TAC: Taxa de Alongamento de Colmo. F: Filocrono. NFV: Número de folhas vivas. DVF: Duração de Vidas das Folhas. AP: Altura da planta. DC: Diâmetro do colmo. AC: Altura do colmo. NP: Número de plantas. NPer: Número de perfilhos. AIP: Altura da inserção da panícula. Cpan: Comprimento da panícula. Dpan: Diâmetro da panícula. CFF: Comprimento final da folha. Massa verde: Toneladas de Matéria Verde por hectare; Massa seca: Toneladas de Matéria Seca por hectare; EA: Eficiência no uso da água; MS: Matéria Seca; Folha, Como, Panícula e Senescente.

7. REFERÊNCIAS

- ACIOLY, T. M. S.; PERAZZO, A. F. Influência de características agrônômicas na ensilagem de gramíneas tropicais: revisão de literatura. *Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar*. Mossoró, v. 8, n. 26, 2022.
- ADESE, B., CARVALHO, C.A.B., SANTOS, R.C. ET AL. Efeitos de doses de nitrogênio sobre a dinâmica de perfilhamento do capimcoastcross (“*Cynodon dactylon*” L. Pers. cv. Coastcross-1). In: Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 41, Campo Grande, 2004. Anais... Campo Grande: SBZ, 2004, CDROM.
- ALCÂNTARA, P. B.; BUFARAH, G. Plantas forrageiras: gramíneas e leguminosas. São Paulo, Brasil. 1988. 152 p.
- ALMEIDA, A. M. Eficiência do uso da água e produtividade de biomassa do milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) sob diferentes níveis de reposição hídrica. Diss. Universidade de São Paulo, 2017.
- AOAC - Association of official analytical chemists –. Official methods of analysis. Arlington, v. 1, p.72-74, 1990.
- AZEVEDO NETO, A.D. DE TABOSA, J.N. Análise de crescimento em cultivares de sorgo forrageiro. In: Congresso Nacional de Milho E Sorgo, 22., 1998, Recife. Globalização e segurança alimentar – resumos. Recife: IPA, 1998. CD-ROM
- BARBOSA, R.A., EUCLIDES, V.P.B., NASCIMENTO JR, D. et al. Morfogênese do capim-tanzânia em duas intensidades de pastejo. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 38, Piracicaba, 2001. Anais... Piracicaba:FEALQ, p.95-96, 2001.
- BARCELOS, C. F.A. Correlação espacial entre atributos físicos do solo e morfológicos e produtividade de *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Universidade Federal de Uberlândia Instituto de Ciências Agrárias. Trabalho apresentado de conclusão de curso. UBERLÂNDIA – MG, 2019.
- BONFIM-SILVA, E.M; SILVA, T.J.A; CABRAL, C.E.A; KROTH, B.E.; REZENDE, D. Desenvolvimento inicial de gramíneas submetidas ao estresse hídrico. *Revista Caatinga*, v.24, n.2, p.180-186, 2011
- BORDALLO, P. N.; PEREIRA, M. G.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; GABRIEL, A. P. C. Análise dialéctica de genótipos de milho doce e comum para caracteres agrônômicos e proteína total. *Horticultura brasileira*, v.23, n.1, p.123-127. 2005.
- CARVALHO, D. D. et. al. Estádio de maturação na produção e qualidade da silagem de sorgo I. Produção de matéria seca e da proteína bruta. *Boletim da Indústria Animal*, Nova Odessa, v. 49, n. 2, p. 91-99, 1992.
- CORRÊA, C. E. S., J. A. S. RODRIGUES, L. C. GONÇALVES. 1996. Determinação da produção de matéria seca e das proporções de colmo, folha e panícula de treze híbridos de sorgo. p.374-376. In Sociedade Brasileira de Zootecnia, Reunião Anual, 33. SBZ, Fortaleza. 937 p. Resumos.
- COSTA, B.M. DA; LEDO, C.A.S.; SILVA, M.C.; TEIXEIRA, V.I. Estimativa da produção de forragem em pastagem de *Brachiaria decumbens*. *Archivos de Zootecnia*, Córdoba, v.58, n.221, p. 141-144, 2009
- CRUZ, J. C. Cultivares de milho para silagem. p. 93–114, 1998. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/481822/1/Cultivaresmilho.pdf>.

- DONEDA, G. Z.; SANTOS, G. T.; SBRISSIA, A. F. Frequencies and intensities of defoliation in Aruana Guineagrass swards: accumulation and morphological composition of forage. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 41, n. 4, p. 905-913, 2012.
- DUARTE C.F.D.; PAIVA, L.M.; FERNANDES, H.J.; BISERRA, T.T.; FLEITAS, A.C. Capim tropical manejado sob lotação intermitente, submetido a fontes de fósforo com diferentes solubilidades, associados ou não à adubação com nitrogênio. *Ciênc anim bras* [Internet]. 2019;20:e47692. Available from: <https://doi.org/10.1590/1089-6891v20e-47692>
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3th ed. Rio de Janeiro, Brasil: Centro Nacional de Pesquisa de solo; 2013.
- FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. Fenologia do milho. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. (Coord.). *Tecnologia da produção de milho*. Piracicaba: Publique, 1997, p.131-134.
- FERRARI JUNIOR. E; POSSENTI, R.A.; LIMA, M. L. P.; NOGUEIRA, J. R.; ANDRADE, J. B. Características agronômicas, composição química e qualidade de silagens de oito cultivares de milho. *B. Industr.anim.*, N. Odessa, v.62, n.1, p.19-27, 2005.
- GOMES, M.S.; VON PINHO, R.G.; RAMALHO, M.A.P. et al. Variabilidade genética em linhagens de milho nas características relacionadas com a produtividade de silagem. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, n.9, p.879-885, 2004
- GUIMARÃES, D. P.; SANS, L. M. A. E; MORAES, A. V. de C. Estimativa da Área Foliar de Cultivares de Milho. XXIV Congresso Nacional de Milho e Sorgo. 2002. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/34888/1/Estimativa-area.pdf>.
- HE, D.; ZHANG, H.; LIAO, C.; LUO, Q.; HUI, G.; NAN, Z.; ZHANG, Y. Investigation and analysis on ear diameter and ear axis diameter in maize ril population. *Frontier and Future Development of Information Technology in Medicine and Education*. Springer Netherlands, 2014. p.795-801.
- KEPLIN, L.A.S. Recomendação de sorgo e milho (silagem) safra 1992/93. *Encarte Técnico da Revista Batavo*. CCLPL, Castro, PR. Ano I, n.8, p.16-19. 1992.
- LANDAU, E. C.; PEREIRA-FILHO, J. A. "Cultivo do milheto." *Embrapa milho e sorgo*. 2016
- LAUERS, J.G.; COORS, J.G.; FLANNERY, P.J. Forage yield and quality of corn cultivars developed in different eras. *Crop Science*, v.41, p.1449-1455, 2001.
- LEITE, J.P. et al. Efeitos residuais de N, P e K em podzólico amarelo com sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), sob condições de sequeiro, em rotação com batateira (*Solanum tuberosum* L.). *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 1, n. 03, 2002
- LEMAIRE, G., AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIER, G., HODGSON, J., MORAES, A., et al. (Eds.) *Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology*. CAB International, p.265-288, 2000
- LEMAIRE, G., CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J., ILLIUS, A. W. (Eds.) *The ecology and management of grazing systems*. Cab international. p.3-36, 1996.
- LIBRELOTTO, G. S. Variabilidade espacial da resistência do solo à penetração em área de sucessão soja-milheto em Buriti -MA. Universidade Federal do Maranhão Centro de Ciências

de Chapadinha curso de Agronomia. Trabalho de Conclusão de Curso. Chapadinha - MA. Dezembro de 2022.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. Fisiologia da Produção de Milho. Circular técnica 76. 2006.

MAITI, R.K.; GONZÁLEZ,H; LANDA,H. Evaluation of ninety international pearl millet genoplasm collections for morpho-physiological characters in Nuevo Leon, Mexico. Turrialba, vol.39, n.1, 1989, p. 34-39.

MAITI, R.K.; SOTO, G.G.L. Effect of four sowing date environments on growth, development and yield potentials of 15 pearl millet cultivars (*Pennisetum americanum* L. Leeke) during autumn-winter seasons in Marín, N.L., Mexico. Journal of Experimental Botany, Oxford, v.41, p.1609-1618, 1990.

MARTUSCELLO, J. A.; SILVA, L. P.; CUNHA, D. N. F. V.; BATISTA, A. C. S.; BRAZ, T. G. S.; FERREIRA, P. S. Adubação nitrogenada em capim-massai: morfogênese e produção. Ciência Animal Brasileira, v. 16, n. 1, p. 1-13, 2015.

MCMAHOM, C. Size and shape in biology. Science, v.179, p.1201-1204, 1973.

MELO, N. C. et al. Crescimento e Eficiência nutricional do nitrogênio em cultivares de milho forrageiro na Amazônia. Revista Caatinga, v. 28, n. 3. p 68-78, 2015.

MIRANDA, L. B. Desempenho do milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) em ambiente potencial na fronteira oeste do rio grande do sul. Universidade Federal do Pampa. Itaqui 2023.

MORAIS, S.L.; SILVEIRA, M.C.; TRENTIN, G.; KÖPP, M.M.; LEMOS,J.M. Avaliação das características morfológicas e estru-turais de espécies forrageiras nativas do Sul do Brasil submetidas a diferentes condições hídricas. Embrapa Pecuária Sul: [s.l.: s.n.], 2012

MUNAWAR, M.; SHAHBAZ, M.; HAMMADA, G.; YASIR, M. Correlation and path analysis of grain yield components in exotic maize (*Zea mays* L.). International Journal of Sciences: Basic and Applied Research, v.12, n.1, p.22-27, 2013.

NASCIMENTO, M. F.; CAMPOS, M. C. C.; SILVA, D. M. P.; MANTOVANELLI, B. C.; GOMES, R. P.; WECKNER, F. C.; JORDÃO, H. W. C. Avaliação de cultivares de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) na região amazônica, Brasil. Nativa, Sinop, v.5, n.6, p.381-385, nov./dez. 2017.

NETTO, D.A.M.; OLIVEIRA, A. C.; AND ANDRADE, R.V. Caracterização morfológica de 65 acessos de germoplasma de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 22., 1998, Recife. Globalização e segurança alimentar: anais. Recife: ABMS, 1998., 1998.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C.; BRONDANI, I.L.; PELLEGRINI, L.G.; FREITAS, A.K. Avaliação do Valor Nutritivo da Planta e da Silagem de diferentes Híbridos e Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Revista Brasileira de Zootecnia, n.1, p.293-301, 2002.

PAZIANI, S. F, et al. "Correlações entre variáveis quantitativas e qualitativas de milho e de sorgo para silagem." Revista Brasileira de Milho e Sorgo 18.3 (2019): 408-416.

PERAZZO, A. F. et al. Agronomic evaluation of 32 sorghum cultivars in the Brazilian semiarid region. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, MG, v. 43, n. 5, p. 232-237, 2014.

VON PINHO, R. G., BORGES, I. D., PEREIRA, J. L. D. A. R., & DOS REIS, M. C. Marcha de absorção de macronutrientes e acúmulo de matéria seca em milho. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, 8(02).2009.

QUEIROZ, D. S.; SANTANA, S. S.; MURÇA, T. B.; SILVA, E. A.; VIANA, M C. M.; RUAS, J. R. M. Cultivares e épocas de semeadura de milho para produção de forragem. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v. 13. n. 2, p. 318-329. 2012.

ROCHA JR., V.R., GONÇALVES, L.C., RODRIGUES, J.A.S., BRITO A.F., RODRIGUEZ N.M., BORGES, I. Avaliação de sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para produção de silagem. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 52 (5). 2000. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352000000500017>. 2000.

ROCHA, I. T. M.; SILVA, A.V.; NETO, D.E.S.;SOUZA,E. R.;OLIVEIRA, E.C.A.;OLIVEIRA,A. C.;FREIRE, M.B.G.S.; FREIRE, F. J. Altura, diâmetro e Número de Colmos de variedades de cana-deaçúcar não são influenciados por adubação potássica. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v.8, n.9, p. 62125-62135, sep., 2022

ROSA, B. G. Associação de Azospirillum brasilense com doses de adubação nitrogenada no desempenho agronomico do milho / Bernardo Gadea da Rosa. 29 p. Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade Federal do Pampa, AGRO-NOMIA, 2023.

SANTOS, C. V. et al. Correlações genótípicas entre características agrônomicas de sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). (2016).

SANTOS, I. C.; MIRANDA, G.V.; VAZ DE MELO, A.; MATTOS, R.N.; OLIVEIRA, L.R.; LIMA, J.S. E GALVÃO, J. C. C. Comportamento de cultivares de milho produzidos organicamente e correlações entre características das espigas colhidas no estágio verde. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.4, n.1, p.45-53, 2005.

SBRISSIA, A.F., DA SILVA, S.C. O ecossistema de pastagens e a produção animal In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 38, Piracicaba, 2001. Anais... Piracicaba, SBZ, 2001, p.731-754.

SILVA FILHO, A. S., et al. "Produtividade e características estruturais de cultivares de milho para produção de silagem." Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal 16.1 (2022): 1-7.

Silva, C. B., et al. Trocas gasosas do milho verde submetido a diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrogênio. 2017.

SILVA, S. N. Avaliação dos dados agrônomicos e biométricos de diferentes genótipos de milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR.). Universidade Federal Do Rio Grande Do Norte – UFRN. Engenharia Agrônômica. Macaíba/RN. Setembro de 2021. Trabalho de Conclusão. https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/33957/1/AvaliacaoDadosAgronomicos_Silva_2021.pdf. 2021

SOUZA, E. J., et al. Eficiência do uso da água pelo milho doce em diferentes lâminas de irrigação e adubação nitro-genada em cobertura." Revista Brasileira de Agricultura Irrigada 10.4 (2016): 750.

TABOSA, J. N; LIMA, G.S. DE; LIRA, M. DE A;TAVARES FILHO, J.J; BRITO, A. R. de M.B. Programa de melhoramento de sorgo e milho em Pernambuco. In: QUEIROZ, M.A. DE; GOEDERT, C.O.; RAMOS, S.S.R.; (Ed.). Recursos Genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste Brasileiro (on-line). Versão 1.0. Petrolina: Embrapa Semi-Árido/Brasília: Embrapa Recursos Gen-éticos e Biotecnologia, set. 1999. Disponível em<<http://www.cpatia.embrapa.br>>

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 5.ed. Porto Alegre:Artemed, 2013. 954p.

TARDIN, F.D.; ALMEIDA FILHO, J.E.D.; OLIVEIRA, C.; MACHADO, D.; LEITE, C.E.P.; MENEZES, C.B.D.; SCHAFFERT, R.E. Avaliação agrônômica de híbridos de sorgo

granífero cultivados sob irrigação e déficit hídrico. Revista Brasileira de Milho e Sor-go, v.12, n.2, p.102-117, 2013.

VOLENEC JJ, NELSON CJ. Responses of Tall fescue leaf meristems to N fertilization and harvest frequency. Crop Science. 1983. 23:720-724. Available from: DOI: <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1983.0011183X002300040028x> English

ZAGO, C.P. Utilização do sorgo na alimentação de ruminantes. In: Manejo cultural do sorgo para forragem. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, (Circular Técnica). n.17, 1992. p.9-26.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de silagem no bioma do Cerrado tem enfrentado desafios significativos, especialmente em relação às condições climáticas extremas e à vulnerabilidade das culturas tradicionais, como o milho e o sorgo, a fatores como altas temperaturas e períodos de veranico. Esses eventos climáticos podem resultar em redução drástica na produção de forragem, impactando negativamente a disponibilidade de alimentos para a pecuária.

Além disso, as doenças que afetam a produção de forragem do sorgo têm sido uma preocupação constante, limitando a viabilidade dessa cultura na região do Cerrado. Enquanto isso, o milheto surge como uma alternativa promissora, demonstrando resistência notável às adversidades climáticas, como altas temperaturas, déficit hídrico e solos de baixa fertilidade.

A capacidade do milheto de se adaptar a condições adversas do Cerrado apresenta uma oportunidade valiosa para transformar a produção de silagem na região. Sua resistência a esses desafios ambientais oferece uma alternativa viável e eficiente para suprir as demandas por forragem, reduzindo a vulnerabilidade da produção pecuária a variações climáticas imprevisíveis.

Portanto, a substituição estratégica do milho e do sorgo pelo milheto na produção de silagem no bioma do Cerrado não apenas oferece uma solução para os desafios enfrentados atualmente, mas também representa um passo importante em direção à sustentabilidade e à segurança alimentar na pecuária regional. O estudo detalhado das características do milheto em relação à sua utilização na produção de silagem ressalta seu potencial para se tornar uma cultura fundamental nesse contexto.

O investimento contínuo em pesquisas e práticas que promovam a adoção e aprimorem o manejo do milheto como alternativa para produção de silagem no Cerrado é crucial para o desenvolvimento sustentável da pecuária na região.