



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA**

NATALLY FERREIRA LIMA

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE HÍBRIDOS DE SORGO BIOMASSA
CULTIVADOS NA SAFRINHA**

ARAGUATINS
2022

NATALLY FERREIRA LIMA

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE HÍBRIDOS DE SORGO BIOMASSA
CULTIVADOS NA SAFRINHA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso Superior de Bacharelado em
Engenharia Agrônômica da Unidade Araguatins, do
Instituto Federal do Tocantins, como exigência à
obtenção do título de Bacharel(a) em Engenharia
Agrônômica.

Orientador: Dr. Leonardo Corrêa da Silva
Coorientadora: Me. Poliana M. Avelino de Carvalho

ARAGUATINS
2022

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins**

L732d Lima, Natally Ferreira
Desempenho agronômico de híbridos de sorgo biomassa cultivados na
safrinha / Natally Ferreira Lima. – Araguatins, TO, 2022.
24 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia
Agronômica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Tocantins, Campus Araguatins, Araguatins, TO, 2022.

Orientador: Dr. Leonardo Corrêa da Silva
Coorientadora: Ma. Poliana Mendes Avelino de Carvalho

1. Sorghum bicolor. 2. Recomendação de híbridos. 3. Caracterização
fenotípica. I. Silva, Leonardo Corrêa da. II. Carvalho, Poliana Mendes
Avelino de. III. Título.

CDD 630

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e
pesquisa, desde que citada a fonte.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a)
autor(a).**



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins
Campus Araguatins
Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônoma

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “DESEMPENHO AGRONÔMICO DE HÍBRIDOS DE SORGO BIOMASSA CULTIVADOS NA SAFRINHA”

AUTORA: Natally Ferreira Lima

ORIENTADOR: Leonardo Corrêa da Silva

COORIENTADORA: Poliana Mendes Avelino de Carvalho

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus Araguatins*, como parte das exigências para a conclusão do Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônoma.

Aprovado em 23 de agosto de 2022.



Documento assinado eletronicamente por **Leonardo Correa da Silva, Servidor**, em 23/08/2022, às 18:05, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Roberta de Freitas Souza Lobo, Servidora**, em 23/08/2022, às 18:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Edvar de Sousa da Silva, Servidor**, em 23/08/2022, às 18:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ifto.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1729455** e o código CRC **5D9F85D6**.

Aos meus pais Maria de Lourdes Ferreira e Osvaldo Lima Pereira, à minha irmã Natália Ferreira Lima, à minha madrinha Madalena Barbosa Branquinho (*in memoriam*) e à minha avó Argemira Ferreira da Silva (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

A Deus e à intercessão de Nossa Senhora, por me guiarem nos momentos difíceis.

À minha família por estarem comigo nessa jornada, especialmente à minha mãe por ser inigualável, por me amar tanto, ser meu porto seguro e exemplo de força e fé.

À minha avó materna Argemira Ferreira da Silva (*in memoriam*), a quem não foi dada a oportunidade de aprender a ler, espero alcançar horizontes que você possa, em meu coração, admirar comigo, me comprometo a buscar todo conhecimento que estiver ao alcance, e a meu avô, Alírio Flôr Ferreira (*in memoriam*), por ter deixado como legado, entre outras coisas, o amor pelo campo e valores inestimáveis.

Aos meus avós paternos Maria Dalva Lima Pereira e Wilson Pereira Lima pelo carinho e conversas descontraídas.

Ao meu orientador Prof. Dr. Leonardo Corrêa da Silva pela dedicação, pelos ensinamentos tanto para vida acadêmica quanto pessoal e pelo exemplo de competência.

Aos meus professores, pela inspiração e pelo empenho, em especial, aos meus professores Prof. Dr. Edvar de Sousa da Silva, pela confiança nos trabalhos que realizamos e o incentivo a sempre desafiar meus limites e crescer como pessoa, e à Prof. Dra. Roberta de Freitas Souza Lobo, pela familiaridade que nos tranquiliza quando tudo parece difícil demais.

Aos meus amigos e colegas presentes nas coletas de campo durante a realização desse trabalho, especialmente Ilgner e Guilherme, pelo trabalho duro e pela amizade.

Aos colegas da turma 2018.1 de Bacharelado em Engenharia Agrônômica pelos momentos de diversão ao longo do curso.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - *Campus Araguatins*.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo durante o desenvolvimento deste trabalho.

À EMBRAPA Milho e Sorgo, por fornecer o material genético utilizado nessa pesquisa.

Ao Dom por ter estado comigo enquanto pôde e Salém por ter trazido a alegria de volta.

Às autoras e autores dos livros que foram meu refúgio, me permitindo viajar por outros mundos quando estava cansada demais para permanecer no mesmo lugar, e à Jude por me mostrar que mesmo num mundo de extraordinários posso vencer batalhas através de inteligência e determinação - você é, de fato, uma das minhas pessoas fictícias favoritas.

A todos que me apoiaram e contribuíram direta ou indiretamente para tornar essa pesquisa possível - vocês têm minha gratidão.

“*Fortis fortuna adiuvat*. A sorte favorece os destemidos”.

- Terence, *Phormio*, 203.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi caracterizar o potencial agronômico de híbridos de sorgo biomassa cultivados na safrinha. O ensaio foi implantado em uma área experimental situada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO) - *Campus* Araguatins, em Araguatins - TO, com semeadura realizada no início do mês de fevereiro de 2022. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 3 repetições e 25 híbridos de sorgo. As parcelas experimentais foram constituídas por 2 fileiras de cinco metros, espaçadas de 0,70 m. Os tratamentos foram 25 híbridos, sendo 21 biomassa com aptidão forrageira, em fase de teste, e quatro cultivares comerciais, sendo elas a BRS716 e AGRI002E, ambas biomassas; e BRS658 e VOLUMAX, ambas forrageiras. O material genético foi concedido pelo Programa de Melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo, localizado no município de Sete Lagoas, em Minas Gerais. As avaliações foram feitas na área útil de cada parcela e as características avaliadas foram estande final (EF), número de dias para o florescimento (NDF), número de dias para a colheita (NDC), diâmetro do colmo (DC), número de plantas acamadas (NPA), comprimento da panícula (CP), altura das plantas (AP) e produtividade de massa verde (PMV). Os resultados obtidos através de análises foram significativos no teste F a 5% de probabilidade para todas as características, com exceção a NPA, e os híbridos foram agrupados pelo método proposto por Scott-Knott ($P < 0,05$) ou Tukey ($P < 0,05$). Os resultados obtidos foram promissores, uma vez que alguns híbridos em fase de teste apresentaram comportamento igual ou superior às cultivares comerciais para as características avaliadas. Novos ensaios devem ser feitos para verificar a estabilidade de comportamento destes híbridos.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor*. Recomendação de híbridos. Caracterização fenotípica.

ABSTRACT

The objective of this work was to characterize the agronomic potential of biomass sorghum hybrids at second season. The trial was implemented in an experimental area located at the Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO) - *Campus* Araguatins, em Araguatins - TO, with sowing carried out in early february 2022. The experimental design was in randomized blocks, with 3 replications and 25 sorghum hybrids. The experimental plots consisted of 2 rows of five meters, spaced 0.70 m apart. The treatments were 25 hybrids, being 21 biomass with forage aptitude, in phase test, and four commercial cultivars, being BRS716 and AGRI002E, both biomass; and BRS658 and VOLUMAX, both forage. The genetic material was granted by the Embrapa Milho e Sorgo Improvement Program, located in the country of Sete Lagoas, in Minas Gerais. The characterizations were carried out in the useful area of each plot and the characteristics evaluated were final stand (EF), number of days to flowering (NDF), number of days to harvest (NDC), stem diameter (DC), number of bedridden plants (NPA), panicle length (CP), plant height (AP), and green mass productivity (PMV). The results obtained through analysis were significant by the F test at 5% probability for all traits, with the exception of NPA, and the hybrids were grouped by the method proposed by Scott-Knott ($P < 0.05$) or Tukey ($P < 0.05$). The results obtained were promising, since some hybrids in test phase showed the same or superior behavior to commercial cultivars for the traits evaluated. New tests must be carried out to verify the stability of these hybrids' behavior.

Keywords: *Sorghum bicolor*. Hybrid recommendation. Phenotypic characterization.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Composição química e física do solo da área experimental em Araguatins, TO.....14
- Tabela 2** – Resumo da análise de variância, estimativas de média de tratamentos e do coeficiente de variação experimental (CV%) para as oito características avaliadas em 25 híbridos de sorgo biomassa em Araguatins, TO.....17
- Tabela 3** – Resumo do teste de agrupamento de Scott Knott^S ou teste de Tukey^T, para as oito características avaliadas em 25 híbridos de sorgo biomassa em Araguatins, TO.....18

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1. Cultura do sorgo	13
2.2. Sorgo biomassa	13
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1. Caracterização da área experimental.....	14
3.2. Delineamento experimental	15
3.3. Caracteres agronômicos.....	15
3.4. Análise estatística.....	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	22
REFERÊNCIAS.....	23

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, houve uma expansão considerável da área cultivada de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.], principalmente no bioma do Cerrado. Esse avanço deve-se à tolerância da cultura a condições de estresse hídrico, no qual a torna uma alternativa no período da safrinha ou também denominada segunda safra.

Exibindo grande diversidade fenotípica e características de resistência para estresses abióticos e bióticos, a cultura do sorgo torna-se bastante atrativa principalmente diante de seu potencial para tolerância a temperaturas elevadas e estresses hídricos (ENCISO et al., 2015). Indicando grande utilidade em regiões muito quentes e muito secas, onde o homem não consegue alcançar alta produtividade de grãos ou de forragem, cultivando outras espécies, como o milho, o sorgo é uma esplêndida fábrica de energia (RIBAS, 2003).

Apesar da alta capacidade produtiva do sorgo biomassa, ainda são escassas as informações sobre a recomendação de cultivares e o potencial de produtividade nas diversas regiões do Brasil. Embora o nível de conhecimento tecnológico sobre a cultura por parte das entidades de pesquisa e da alta capacidade de produção das cultivares disponíveis no mercado seja elevado, a área de cultivo e produtividade média nacional têm se mantido baixas, não correspondendo ao potencial genético da cultura (DUARTE, 2021).

Seu ciclo de crescimento e desenvolvimento pode ser dividido em três fases: vegetativa, reprodutiva e de maturação do grão. O período de duração de cada etapa pode variar de acordo com fatores genéticos e ambientais (VON PINHO; FIORINI; SANTOS, 2014).

No extremo norte dos estados do Tocantins, mais precisamente no município de Araguatins, por exemplo, as condições edafoclimáticas apresentam características bem particulares, que influenciam diretamente no comportamento das culturas agrícolas em campo. Nesse contexto, culturas como o sorgo necessitam da elaboração de ensaios que permitam a avaliação dessas plantas nestes ambientes específicos, pois, o uso de cultivares mais adaptados à região contribui para o melhor desempenho das plantas e, para a escolha da época de plantio (FORTES, et al., 2018).

Dessa forma, objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho agrônômico de 21 híbridos de sorgo biomassa com aptidão forrageira cultivados na safrinha no extremo norte do estado do Tocantins.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cultura do sorgo

O sorgo (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) é uma planta herbácea monocotiledônea e, assim como o milho, pertencente à família das gramíneas. É o quinto cereal mais produzido no mundo (TABOSA et al., 2019). Tendo sua origem na África tropical onde foi domesticado para o consumo humano e animal entre 3.000 e 5.000 anos atrás, adaptou-se bem ao clima brasileiro onde já existem cultivares próprias (QUEIROZ et al., 2009).

Apresentado metabolismo C4, a planta de sorgo possui resposta fotoperiódica típica de dias curtos e altas taxas fotossintéticas, e apesar de ser nativa dos trópicos, possui boa adaptação em regiões temperadas e tropicais (MAGALHÃES et al., 2000). Despontado no Brasil como alternativa para diversas regiões, por se adaptar a vários ambientes, principalmente onde ocorre deficiência hídrica, temperaturas altas, podendo também ser cultivada em solos ácidos e alcalinos (Santos et al., 2005).

Começando a se intensificar no Brasil a partir da década de 70, a cultura do sorgo tornou-se significativamente comercial, quando a área de plantio alcançou 80 mil hectares, concentrados principalmente no Rio Grande do Sul e São Paulo (TABOSA et al., 2019).

Destacando-se por sua rusticidade e pela grande tolerância ao déficit hídrico, a cultura do sorgo tem sido favorecida em relação à expansão de áreas plantadas no Brasil, principalmente em cultivos de safrinha e em regiões de baixa pluviosidade. Podendo superar produtividades de grãos e matéria seca normalmente obtidas pela cultura do milho devido à alta resposta ao suprimento de água e à adubação (LANZA et al., 2016).

2.2. Sorgo biomassa

O sorgo biomassa apresenta alto potencial produtivo com caules grossos e fibrosos, porte bastante alto, podendo chegar a seis metros de altura. Por se tratar de uma cultura de dupla aptidão, o sorgo biomassa, tem uma variedade de possíveis utilizações, sendo evidenciados o uso na alimentação animal e ser uma promissora fonte de bioenergia.

Dentre as vantagens apresentadas pela cultura, a mesma é totalmente mecanizável, tolerância ao déficit hídrico e propagação por sementes (PARRELLA et al. 2014). Do ponto de vista forrageiro, por meio da alta capacidade de produção de massa, o sorgo biomassa, também permite ao produtor ter “estoque no campo” como fonte alternativa de forragem e apto a ser

utilizado como alimentação volumosa para ruminantes principalmente no período seco do ano e, além disso, permite colher e fazer fardos para uso posterior (LANZA, 2017).

Os sorgos, sacarino e biomassa, são possibilidades alternativas às usinas sucroenergéticas na entressafra da cana, permitindo seu funcionamento em períodos marcados pela ociosidade do parque produtivo já instalado (TEIXEIRA, 2017).

No Brasil, são realizadas pesquisas voltadas para obtenção de variedades que apresentem maior produção de biomassa, a exemplo disso tem-se o programa de melhoramento de sorgo da Embrapa Milho e Sorgo que possui acessos genéticos de sorgo de alta biomassa. Em média, podem chegar a mais de 30 t ha⁻¹ de matéria seca, destacando alguns materiais experimentais do programa de melhoramento já apresentam produtividade acima de 50 t.ha⁻¹ de matéria seca (PARRELLA *et al.*, 2010, 2011).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área experimental

O estudo foi realizado na área experimental situada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO) - *Campus* Araguatins, localizado nas coordenadas aproximadas de 05° 38' 35" S e 48° 04' 14" O. O clima da região é tipo AW, segundo classificação de Köppen, com precipitação média anual variando de 1.500 a 2.000 mm, temperatura média em torno de 28,5 °C e altitude de 103 m (INMET, 2015).

Foram coletadas amostras do solo para análise química (teores de P, K, Ca, Mg, Al, (H + Al), matéria orgânica (M.O), pH e dos níveis de Al³⁺; e as análises físicas (areia, argila e silte) na camada de 0-20 cm. As amostras foram enviadas ao Laboratório de Solos do IFTO Araguatins, e os resultados informados na tabela 1 abaixo:

Tabela 1. Composição química e física do solo da área experimental em Araguatins, TO

pH (H ₂ O)	M.O. (%)	P (mg.dm ⁻³)	K (mg.dm ⁻³)	Ca	Mg	Al (cmol _c .dm ⁻³)	H+Al	S	T	V (%)
5,9	2,4	3,08	126	10	4,1	0,0	2,64	14,42	17,06	84,53

Fonte: Laboratório do IFTO *campus* Araguatins, 2021.

A recomendação de correção e adubação foi feita com base no que a 5ª aproximação (Ribeiro, 1999) recomenda para a cultura do sorgo. A área apresentou pH de 5,9, dispensando correção da acidez com calcário. Foram utilizados na adubação a ureia (45% fonte de N), o super fosfato simples (SS -18% fonte de P₂O₅) e o cloreto de potássio (KCl - 56% fonte de K₂O). Assim, foram aplicados no plantio 20 kg.ha⁻¹ de N (44,44 kg.ha⁻¹ de ureia), 90 kg.ha⁻¹ de P₂O₅

(500 Kg.ha⁻¹ de SS) e 90 kg.ha⁻¹ de K₂O (155,15 kg.ha⁻¹ KCl). Na adubação de cobertura, foi aplicado 140 kg.ha⁻¹ de N (340 kg.ha⁻¹ de ureia).

3.2. Delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 3 repetições e 25 tratamentos, totalizando 75 parcelas experimentais, sendo constituídas por duas fileiras de 5 m de comprimento, espaçadas por 0,70 m. O plantio foi realizado no dia 11 de fevereiro de 2022. Vale ressaltar que todos os tratamentos culturais necessários para o desenvolvimento da cultura e condução do experimento foram aplicados, como: controle de ervas daninhas, adubação de sementeira e cobertura, determinada de acordo com a análise do solo.

Os tratamentos consistiam em 25 híbridos de sorgo, sendo 21 biomassa com aptidão forrageira, em fase de teste, e quatro cultivares comerciais, sendo elas a BRS716 e AGRI002E, ambas biomassa e BRS 658 e VOLUMAX, ambas forrageiras. Estes híbridos foram concedidos pelo Programa de Melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo, localizado no município de Sete Lagoas, em Minas Gerais.

3.3. Caracteres agronômicos

As avaliações foram feitas nas duas fileiras de cada parcela e as características avaliadas foram:

Estande final (EF), obtido pela contagem do número de plantas na parcela;

Número de dias para o florescimento (NDF), número de dias da sementeira até o início da liberação de pólen em 50% das plantas da parcela;

Número de dias para a colheita (NDC), número de dias da sementeira até que 50% das plantas da parcela estivessem no estágio de grão leitoso/pastoso;

Diâmetro do colmo (DC), em mm, aferida a 15 cm em relação ao solo no colmo da planta, com auxílio de um paquímetro digital;

Número de plantas acamadas (NPA), que foi obtido a partir de plantas que apresentavam ângulo de inclinação superior a 50° em relação ao eixo vertical da planta;

Comprimento da panícula (CP), em cm, aferida da base da panícula ao ápice da ráquis;

Altura de plantas (AP), em m, aferida de cinco plantas da área útil da parcela, medidas a 10 cm da superfície do solo ao ápice da panícula, antes da colheita.

Produtividade de massa verde (PMV), determinada em ton.ha^{-1} , aferida nas plantas na área útil de cada parcela, colhidas na fase de grão leitoso/pastoso.

3.4. Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, posteriormente, as médias foram agrupadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. As análises foram feitas usando o programa Genes (CRUZ, 2016).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância conforme o modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + h_i + b_j + e_{ij}$$

em que: y_{ij} é a observação do i -ésimo híbrido no j -ésimo bloco; μ é a média geral; h_i é o efeito fixo do híbrido i ; b_j é o efeito aleatório do bloco; e_{ij} é o resíduo aleatório do i -ésimo híbrido no j -ésimo bloco, com $e_{ij} \sim N(0, \sigma_e^2)$.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelo teste F existe pelo menos um contraste entre médias e híbridos estatisticamente diferente de zero a 5% de probabilidade para todas as características avaliadas, com exceção para NPA (Tabela 2) em que todos os possíveis contrastes entre médias são estatisticamente iguais a zero.

Tabela 2 – Resumo da análise de variância, estimativas de média de tratamentos e do coeficiente de variação experimental (CV%) para as oito características avaliadas em 25 híbridos de sorgo biomassa em Araguatins, TO

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios							
		EF	NDF	NDC	AP	DC	NPA	CP	PMV
Bloco	2	0,49	14,17	20,33	0,13	8,41	4,12	3,29	152,50
Híbridos	24	122,86**	50,38**	81,04**	0,77**	12,79*	17,49 ^{ns}	31,69**	368,15**
Resíduo	48	1,22	6,93	8,30	0,03	6,24	15,77	3,30	62,13
Médias		78,27	74,21	89,43	3,71	17,58	1,28	32,39	55,53
CV (%)		1,42	3,55	3,22	5,12	14,21	310,27	5,61	14,19

** , * Significativo pelo teste F a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente. ^{ns} Não significativo. EF: estande final; NDF: número de dias para o florescimento; NDC: número de dias para a colheita; AP: altura da planta (m); DC: diâmetro do colmo (mm); NPA: número de plantas acamadas; CP: comprimento da panícula (cm); e PMV: produtividade de massa verde (ton.ha⁻¹).

Pimentel-Gomes (1985) propôs uma classificação para o CV% da seguinte forma: baixo, quando inferior a 10%; médio, entre 10 e 20%; alto, quando entre 20 e 30%; e muito alto, quando são superiores a 30%. Todavia, o CV% é inversamente proporcional à classificação da precisão do experimento e, assim, quanto maior o CV% do experimento menor a precisão do mesmo. De acordo com a tabela 2, os valores de CV% foram relativamente baixos e variam de 1,42 (EF) a 14,21%, com exceção dos 310,27% (NPA). Estes valores tornam confiáveis as conclusões a respeito de tais características.

Na tabela 3 é apresentado o resultado do agrupamento de médias pelo teste de Skott Knott para a maioria das características, com exceção para DC que, apesar do teste F significativo, não foi possível encontrar grupos de médias contrastantes a 5% de probabilidade pelo teste de Scott Knott, por ser muito rigoroso, sendo necessário fazer uso do teste de Tukey.

Tabela 3 – Resumo do teste de agrupamento de Scott Knott^S ou teste de Tukey^T, para as características avaliadas em 25 híbridos de sorgo biomassa em Araguatins, TO

Híbridos		Características								
Nº	NOME	EF ^S	NDF ^S	NDC ^S	AP ^S	DC ^T	NPA ^S	CP ^S	PMV ^S	
1	B1	80 a	73 b	84 c	3.35 c	17.23 ab	0 a	30.66 c	46.09 c	
2	B2	80 a	78 a	94 a	3.79 b	17.74 ab	1 a	32.00 c	55.04 b	
3	B3	80 a	70 b	83 c	3.70 b	14.04 ab	0 a	31.33 c	44.64 c	
4	B4	80 a	72 b	86 c	4.21 a	18.78 ab	0 a	35.00 b	62.43 b	
5	B5	80 a	78 a	94 a	4.33 a	19.82 a	3 a	34.50 b	74.17 a	
6	B6	49 c	74 a	89 b	4.38 a	18.89 ab	0 a	36.66 a	60.34 b	
7	B7	80 a	73 b	85 c	3.36 c	17.76 ab	0 a	33.70 b	47.08 c	
8	B8	80 a	72 b	85 c	3.98 b	18.91 ab	0 a	35.20 b	63.42 b	
9	B9	80 a	75 a	92 a	3.86 b	18.95 a	1 a	34.33 b	60.26 b	
10	B10	80 a	71 b	90 b	4.07 a	16.95 ab	9 a	32.00 c	53.56 c	
11	B11	80 a	76 a	92 a	3.93 b	17.09 ab	0 a	34.00 b	56.65 b	
12	B12	68 b	73 b	88 b	4.19 a	21.09 a	2 a	39.16 a	64.38 b	
13	B13	80 a	72 b	84 c	3.63 b	16.60 ab	0 a	35.00 b	52.95 c	
14	B14	78 a	77 a	94 a	3.83 b	17.16 ab	0 a	35.00 b	52.68 c	
15	B15	80 a	77 a	94 a	4.10 a	17.90 ab	1 a	30.16 c	64.68 b	
16	B16	80 a	71 b	82 d	3.67 b	16.62 ab	0 a	29.00 c	48.61 c	
17	B17	80 a	78 a	95 a	3.76 b	17.77 ab	0 a	33.33 b	58.44 b	
18	C7200	80 a	79 a	95 a	3.05 c	18.00 ab	1 a	24.16 d	45.98 c	
19	C7500	80 a	78 a	94 a	3.20 c	19.17 a	0 a	33.66 b	57.56 b	
20	C7501	80 a	78 a	94 a	3.52 c	19.64 a	1 a	31.50 c	57.22 b	
21	C7502	80 a	72 b	90 b	3.23 c	11.01 b	0 a	29.33 c	48.83 c	
22	BRS716	80 a	74 a	91 b	4.28 a	19.64 a	0 a	30.83 c	79.20 a	
23	AGRI002E	80 a	78 a	94 a	4.20 a	15.08 ab	7 a	33.66 b	68.72 a	
24	BRS658	80 a	62 c	79 d	2.64 d	16.13 ab	0 a	26.96 d	32.26 d	
25	VOLUMAX	80 a	66 c	79 d	2.50 d	17.41 ab	0 a	28.66 c	33.03 d	

Os híbridos 1 a 21 foram desenvolvidos pela EMBRAPA Sete Lagoas, MG, e estão em fase de teste. Os híbridos BRS716, AGRI002E, BRS 658 e VOLUMAX são cultivares comerciais. Médias seguidas pela mesma letra do alfabeto na coluna são iguais estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Scott Knott. Nas colunas, EF: estande final; NDF: número de dias para o florescimento; NDC: número de dias para a colheita; AP: altura da planta (m); DC: diâmetro do colmo (mm); NPA: número de plantas acamadas; CP: comprimento da panícula (cm); e PMV: produtividade de massa verde (ton.ha⁻¹).

Foram formados três grupos de médias heterogêneas para a característica EF. De maneira geral, todos os tratamentos apresentaram cerca de 80 plantas esperadas na parcela, com exceção dos híbridos B6 (49) e B12 (68). O estande final de plantas é de extrema importância na experimentação agrícola, pois, por exemplo, numa parcela com menor estande a planta pode ter seu potencial de produção aumentado ou diminuído, a depender de seu potencial compensatório, quando comparado com a planta da parcela ao lado no estande correto, sob

maior competição por água, luz e nutrientes. Assim, o pesquisador precisa conhecer a cultura e procurar seguir princípios de proporcionalidade nos cálculos de produtividade, por exemplo, a fim de se fazer uma correta comparação entre tratamentos e, em último caso, descartar estes tratamentos ou alguma de suas parcelas muito comprometidas. Neste trabalho, para B6 e B12 a PMV foi calculada em função do estande final de plantas. Sob o aspecto comercial, uma boa cultivar deve apresentar o estande final de plantas esperado para a espécie, pois caso contrário, pode haver comprometimento do lucro com a produção.

Quanto ao NDF, foram formados três grupos de médias. Os híbridos mais precoces foram o BRS658 (62) e o VOLUMAX (66) e nenhum dos híbridos foram agrupados a eles. Mota (2019) e Borges (2020) avaliaram 12 e 13 híbridos, respectivamente, semelhantes ao conjunto usado neste trabalho, ambos semeados em 24 de janeiro de 2019 no mesmo local deste trabalho. Sousa (2021) também usou 25 híbridos semelhantes a este conjunto e plantou-os no mesmo local, porém em sete de dezembro de 2019. No trabalho de Borges (2020), BRS658 e VOLUMAX também foram os mais precoces com 67 e 61 dias, respectivamente, assim como no trabalho de Sousa (2021), com 65 e 69 dias, respectivamente. Os híbridos mais precoces do trabalho de Mota (2019) apresentaram variação superior, de 73 a 79 dias.

Os 11 híbridos mais tardios para NDF variaram de 79 (C7200) a 74 dias (B6) e foram agrupados junto com AGRI002E (78) e BRS716 (74), sendo inferior aos mais tardios daqueles relatados por Mota (2019), de 86 a 82 dias, Borges (2020), 84 a 76 dias. Todavia, já no trabalho de Sousa (2021), os mais tardios floresceram com cerca de 110 a 113 dias, conforme comumente esperado para o sorgo biomassa, incluindo BRS716 (112).

Assim, fica claro que, de maneira geral, os híbridos semeados em dezembro de 2019 (SOUSA, 2021) apresentaram maior NDF que aqueles semeados em janeiro de 2019 (MOTA, 2019; BORGES 2020) e, estes, por sua vez, ligeiramente maiores que os deste trabalho, semeado em 11 de fevereiro de 2022. Isso porque o sorgo biomassa é sensível ao fotoperíodo e há uma considerável redução do período luminoso de cerca de 13 para 11 horas, de novembro a março, respectivamente, colaborando para a finalização da fase vegetativa da planta em dias mais curtos.

Para NDC foram formados quatro grupos de médias. Os 10 híbridos mais tardios (grupo a) variam de 95 (C7200 e B17) a 92 dias (B9), juntamente com o híbrido AGRI002E (94), seguidos de outros quatro híbridos (grupo b) que variaram de 91 (BRS716) a 88 dias (B12). O grupo “c”, formado por seis híbridos, variou de 86 a 83 dias, seguido do grupo “d” com os híbridos B16 (82), VOLUMAX e BRS658, ambos com 79 dias. Como era de se esperar, dada

a menor duração do dia, a colheita foi feita em menos de 100 dias, muito abaixo dos 136 dias relatados por Tardin et. al (2018) em experimentos com híbridos de sorgo biomassa, incluindo o BRS716. Ainda assim, essa diferença entre os híbridos pode ser benéfica, pois permite a seleção de materiais com ciclos diferentes para compor a entressafra das diferentes culturas.

Em relação aos dados obtidos para altura de plantas (AP), os híbridos foram agrupados quatro grupos de médias. Os híbridos AGRI002E (4,20) e BRS716 (4,28) e os seis híbridos que apresentaram as maiores médias constituíram o grupo “a”, compreendendo valores entre 4,38 (B6) e 4,07 (B10). Apesar de não haver híbrido superior a estas testemunhas, este resultado é promissor, pois os híbridos são pelo menos semelhantes a elas, que são destaque no mercado pela altura associado ao elevado potencial de produção de biomassa. No grupo “b” foram obtidos nove híbridos com intervalo de médias de 3,98 (B8) a 3,63 (B13). O grupo “c”, por sua vez, apresentou 9 híbridos variando de 3,52 (C7501) a 3,05 (C7200). Por fim, o grupo “d” foi formado apenas pelos híbridos forrageiros BRS658 (2,64) e VOLUMAX (2,50). Observa-se, portanto, a superioridade de todos os híbridos com relação às estas testemunhas forrageiras, também muito comum no mercado.

A variação de altura dos híbridos do presente trabalho, 3,05 a 4,38 m, apresentou limite inferior e superior menor que aquele relatada por Mota (2019), 4,09 a 5,07 m, por Borges (2020), 4,02 a 5,22 m, e por Sousa (2021), 4,23 a 6,19 m. Este aumento do limite inferior e superior de altura das plantas na ordem de trabalhos citada, pode ser explicada por um aumento progressivo do comprimento do dia desde o plantio até a data de aferição da altura em cada trabalho.

Os híbridos AGRI002E (4,20) e BRS716 (4,28) deste experimento foram inferiores ao AGRI002E (5,02) e BRS 716 (5,07) de Borges (2020) e, estes últimos, semelhantes ao AGRI002E (5,08) e BRS 716 (5,27) de Sousa (2021). Semelhantemente, os híbridos BRS658 (2,64) e VOLUMAX (2,50) do presente trabalho foram inferiores ao BRS658 (2,90) e VOLUMAX (3,19) de Mota (2019) e, estes últimos, variaram em relação ao BRS658 (3,62) e VOLUMAX (2,63) de Sousa (2021). Assim como relatado para NDF e NDC, percebe-se que o fotoperíodo também influenciou na altura dos híbridos, uma vez que são características relacionadas.

Para DC as médias variaram de 21,09 (B12) a 11,01 mm (C7502) e, de maneira geral, os híbridos apresentaram médias estatisticamente iguais às testemunhas BRS716 (19,94), VOLUMAX (17,41), BRS658 (16,13) e AGRI002E (15,08). Assim como ocorreu para NDF, NDC e AP, a variação do DC dos híbridos do presente trabalho apresentou limite inferior (11,01) e/ou superior (21,09) menor que aquele relatada por Mota (2019), que variou de 18,51 a 21,04

mm, por Borges (2020), que variou de 17,62 a 21,17 mm, e de Sousa (2021), que variou de 20,73 a 27,09 mm. Neste trabalho, o BRS716 (19,94) foi semelhante ao BRS716 (19,56) de Mota (2019), porém, o AGRI002E (15,08) foi inferior ao AGRI002E (20,57) do referido autor. As médias de VOLUMAX (17,41) e BRS658 (16,13) deste trabalho foram ligeiramente inferiores às médias do VOLUMAX (18,80) e do BRS658 (17,62) do experimento de Borges (2020). Todavia, no trabalho de Sousa (2021), os híbridos superaram as médias anteriormente citadas, sendo BRS716 (22,90), AGRI002E (21,70), VOLUMAX (33,86) e BRS658 (21,87). Como relatado anteriormente, houve redução neste experimento do NDF, NDC e AP, quando comparado com os outros em fotoperíodo maior, e, assim, se poderia esperar um mecanismo compensatório da planta no aumento do DC, o que não ocorreu.

Para NPA, como não houve efeito significativo pelo teste F, todas as médias formaram um só grupo. Todavia, vale destacar que, de modo geral, os híbridos apresentaram resistência ao acamamento, uma vez que 8 híbridos apresentaram de 1 a 9 plantas acamadas, juntamente com AGRI002E (7 plantas). Os demais híbridos e as testemunhas BRS658, BRS716 e VOLUMAX não apresentaram plantas acamadas. As principais causas para o baixo índice de acamamento foram, provavelmente, a utilização do espaçamento adequado e ausência de doenças fúngicas no caule. Mota (2019) obteve resultados muito semelhantes a esses, considerando resultados como este são extremamente satisfatórios, para o sorgo biomassa, que se trata de uma cultura de porte elevado. No entanto, são necessários novos trabalhos para avaliação desta variável, uma vez que, o valor de CV% foi muito elevado.

Quanto ao comprimento da panícula (CP) foram formados quatro grupos, como os híbridos B12 e B6 apresentaram as maiores médias, 39,16 e 36,66 cm, respectivamente, formando sozinhos o grupo “a”. Onze híbridos constituíram o grupo “b”, juntamente com a cultivar AGRI002E (33,66), com médias variando de 35,20 (B8) a 33,33 (B17). As cultivares BRS716 (30,83 cm) e VOLUMAX (28,66 cm) foram agrupadas à 8 híbridos no grupo “c”. E o inferior, grupo “d” com médias variando de 26,96 (BRS658) a 24,16 (C7200) cm. Assim, 13 híbridos foram superiores à três das testemunhas comerciais quanto ao CP.

Para PMV foram formados quatro grupos de médias. Os híbridos BRS716 (79 ton.ha⁻¹) e AGRI002E (68 ton.ha⁻¹) formaram o grupo “a”, juntamente ao híbrido em fase de teste B5 (74 ton.ha⁻¹). O grupo “b” formado apenas pelos híbridos experimentais apresentaram médias que variaram de 64,68 (ton.ha⁻¹) (B15) a 55,04 ton.ha⁻¹ (B2). Estes resultados corroboram o potencial destes híbridos. O grupo “c” também formado apenas dos híbridos testados, teve suas médias variando em torno de 53,56 (B10) e 44,64 (B3). As cultivares forrageiras VOLUMAX

(33,03 ton.ha⁻¹) e BRS658 (32,26 ton.ha⁻¹) formaram o grupo “d” com as menores médias. Como estes dois últimos cultivares são insensíveis ao fotoperíodo, eles apresentaram menor porte e ciclo, refletindo em menores produtividades (PEREIRA, et al., 2012). Verifica-se, portanto, que, foi possível identificar híbridos experimentais com produtividade superior híbridos forrageiros comerciais em relação a PMV.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre os 21 híbridos em fase de teste, nenhum superou o desempenho das cultivares do tipo biomassa, BRS 716 e AGRI002E, para nenhuma das características, com exceção dos dois híbridos para o CP, todavia alguns foram semelhantes à estas cultivares para as demais características. Além disso, todos os híbridos foram iguais ou superiores às cultivares do tipo forrageira, BRS 658 e VOLUMAX, para todas as características, com exceção de EF, em que apenas dois híbridos foram inferiores às mesmas.

Os dados obtidos para NDF, NDC e AP confirmam o fato de que os ensaios instalados no período de segunda safra apresentam ciclo mais curto.

Apesar dos híbridos serem mais tardios para NDF em relação às cultivares forrageiras BRS 658 e VOLUMAX, o B16 foi semelhante à estas duas quanto à NDC (82) e, inclusive, apresentou maior valor de PMV (48.61), com potencial superior às mesmas para plantio em safrinha.

O híbrido B5 foi agrupado juntamente às cultivares biomassa para PMVT no grupo ‘a’ e, outros 11 no grupo b, com médias ligeiramente inferiores. Em se tratando do potencial forrageiro, todos os híbridos são promissores, pois apresentaram potencial forrageiro e foram superiores às cultivares forrageiras.

Os resultados obtidos são promissores e inovadores, dado à escassez de informação do desempenho de híbridos biomassa com aptidão forrageira na região. Contudo, novos ensaios devem ser feitos para verificar a estabilidade de comportamento destes híbridos e seu potencial para recomendação final.

REFERÊNCIAS

- BORGES, F. J. S. **Avaliação da aptidão forrageira de híbridos de sorgo biomassa no extremo norte do Tocantins**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrônômica) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - *Campus Araguatins*, Araguatins, 2020.
- CRUZ, C. D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. *Acta Scientiarum*. v. 38, n. 4, p. 547-552. 2016.
- DUARTE, N. L. **Cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* [L.] Moench): uma revisão sobre sua versatilidade tecnológica, processamento e pós-colheita**. 2021. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/bitstream/prefix/4704/1/NaiaraLopesDuarte.pdf> Acesso em: 03 de Ago. 2022.
- ENCISO, J. et al. Yield, water use efficiency and economic analysis of energy sorghum in South Texas. *Biomass and Bioenergy*, Oxford, v. 81, p. 339-344, 2015.
- FORTES, C. et al. Desempenho agrônômico de híbridos de sorgo biomassa nas condições edafoclimáticas do Tocantins. **Revista energia na agricultura**. Acessado e disponível em: 01 de Ago. 2022. <https://200.145.140.50/index.php/energia/article/view/2602/pdf>.
- INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. 2015. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>, acesso em: 19 de Ago. 2022.
- LANZA, A. L. L. **Avaliação forrageira do sorgo biomassa (brs 716) em diferentes épocas de corte e estratégias de adubação em cobertura**. Dissertação (Mestrado – Programa De Pós-Graduação em Ciências Agrárias) – Universidade Federal de São João Del-Rei, 63p. Sete Lagoas- MG, 2017.
- LANZA, A. L. L. et al. **Análise de crescimento de plantas de sorgo biomassa (BRS 716)**. In: XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2016, Bento Gonçalves. Rio Grande do Sul: CNMS, 2016. p. 869-872. Disponível em: http://www.abms.org.br/cnms2016_trabalhos/docs/1163.pdf. Acesso em: 21 de Ago. 2022.
- MAGALHÃES, P.C.; DURAES, F. O. M.; SCHAFFERT, R.E. **Fisiologia da planta de sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. 46p. (Circular Técnica, 3).
- MOTA, K. A. B. **Desempenho agrônômico e bromatológico de híbridos de sorgo biomassa**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrônômica) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - *Campus Araguatins*, Araguatins, 2019.
- PARRELLA, R. A. C. et al., 2014. **Sorgo do plantio à colheita**. Viçosa: Editora UFV, 275p.
- PARRELLA, R. A. C. et al. **Desenvolvimento de híbridos de sorgo sensíveis ao fotoperíodo visando alta produtividade de biomassa**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 25 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 28). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/876558/desenvolvimento-de-hibridos-de-sorgo-sensiveis-ao-fotoperiodo-visando-alta-produtividade-de-biomassa>. Acesso em: 21 de Ago. 2022.

- PEREIRA, G. de A. et al. **Desempenho Agronômico de Híbridos de Sorgo Biomassa**. In: XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2012, Águas de Lindóia. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/932837/1/Desempenhoagronomico.pdf>. Acesso em: 21 de Ago. 2022.
- PIMENTEL-GOMES, F. P. **Curso de Estatística Experimental**. 11. ed. Piracicaba, SP: Nobel, p. 466, 1985.
- QUEIROZ, V. A. V. et al. **O Sorgo na alimentação humana**. Sete lagoas, MG: Embrapa milho e sorgo, 2009. (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA- milho e sorgo. Circular técnica, 133).
- RIBAS, P. M. **Sorgo: introdução e importância**. Sete Lagoas: EMBRAPA MILHO E SORGO, 2003. 16 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 26). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/486642/1/Doc26.pdf>. Acesso em: 08 de Ago. 2022.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H.V. **Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, 5ª Aproximação**. Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais – CFSEMG; p.326-327. Viçosa/ MG: Ed.UFV, 1999.
- SANTOS, F. G., CASELA, C. R., & WAQUIL, J. M. (2005). **Melhoramento de Sorgo**. In: Borém, A. (org). Melhoramento de Espécies Cultivadas. Viçosa: UFV.
- SOUSA, J. M. A. de. **Desempenho de híbridos de sorgo biomassa com dupla aptidão**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrônoma) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - *Campus Araguatins*, Araguatins, 2021.
- TABOSA, J. N. et al. **Importância do melhoramento genético de diferentes tipos de sorgo para as mesorregiões do Agreste, Sertão e afins do Semiárido Brasileiro**, 2019. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1116836/1/Importanciadomelhoramentogeneticodediferentestiposdesorgoparaasmesorregioes2019.pdf>. Acesso em 08 de Ago. 2022.
- TARDIN, F. D. et al. **Avaliação do desempenho de genótipos de sorgo biomassa em sinop-MT**. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, Lavras, 2018.
- TEIXEIRA, T. P. M. **Estudo da maturação e ponto de colheita em materiais de sorgo destinados à bioenergia**. Dissertação- Universidade Federal de Viçosa, 2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/168384/1/Rafael-DissertacaoThais.pdf>. Acesso em 08 de Ago. 2022.
- VON PINHO, R. G.; FIORINI, I. V. A.; SANTOS, A. de O. Botânica. In: BORÉM, A.; PIMENTEL, L. D.; PARRELLA, R. A. C. (Ed.). **Sorgo: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: UFV, 2014. 275 p.