



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS DE GURUPI
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

DÉBORAH CÂNDIDA DA SILVA CARVALHO JESUS

**APTIDÃO AGROINDUSTRIAL DE GENÓTIPOS DE SORGO SACARINO NA
REGIÃO SUL DO ESTADO DO TOCANTINS**

Gurupi – TO

2021

DÉBORAH CÂNDIDA DA SILVA CARVALHO JESUS

**APTIDÃO AGROINDUSTRIAL DE GENÓTIPOS DE SORGO SACARINO NA
REGIÃO SUL DO ESTADO DO TOCANTINS**

Monografia foi avaliada e apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Gurupi, Curso de Agronomia, para obtenção do título de Engenheira Agrônoma e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Orientador: Dr. Ildon Rodrigues do Nascimento
Coorientador: Msc. Eng. Agrônomo Liomar Borges de Oliveira

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

J58a Jesus, Déborah Cândida da Silva.

Aptidão agroindustrial de genótipos de sorgo sacarino na região Sul do Estado do Tocantins. / Déborah Cândida da Silva Jesus. – Gurupi, TO, 2021. 38 f.

Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Gurupi - Curso de Agronomia, 2021.

Orientador: Ildon Rodrigues do Nascimento

Coorientador: Liomar Borges de Oliveira

1. Sorghum bicolor. 2. Seleção. 3. Produtividade. 4. Condição tropical. I. Título

CDD 630

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

FOLHA DE APROVAÇÃO

DÉBORAH CÂNDIDA DA SILVA CARVALHO JESUS

APTIDÃO AGROINDUSTRIAL DE GENÓTIPOS DE SORGO SACARINO NA REGIÃO SUL DO ESTADO DO TOCANTINS

Monografia foi avaliada e apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Gurupi, Curso de Agronomia para obtenção do título de Engenheira Agrônoma e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: 13/ 12 /2021

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Ildon Rodrigues do Nascimento, UFT (Orientador)



Msc. Eng. Agrônomo Liomar Borges de Oliveira, UFT (Coorientador)



Pesquisador Dr. Rafael Augusto da Costa Parrella, EMBRAPA Milho e Sorgo (Examinador)



Eng. Agrônoma Ádila Pereira de Sousa, UFT (Examinadora)

Pelo amor, carinho, cuidado e por não medir esforços: a minha mãe, Bárbara Cândida da Silva Carvalho, a maior incentivadora das realizações dos meus sonhos, minha inspiração de mulher batalhadora, de força de vontade e perseverança. Em memória aos meus avós, Martalúcia da Silva Carvalho e José Walter Carvalho que se fizeram presentes de alma e coração.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, pela minha vida cheia de saúde, possibilitando correr atrás dos meus sonhos, por me fortalecer de fé e coragem.

Aos meus irmãos, Fernando Cândido de Jesus Filho e Nicolas Emanuel Silva, pela amizade e parceria.

Aos meus tios e tias, especialmente, ao Cléssio Eduardo da Silva Carvalho e Cleber Lúcio da Silva Carvalho, pelo incentivo e carinho que sempre tiveram por mim.

A minha amiga e irmã de coração, Steffany de Oliveira Passos, pelo presente da sua amizade e lealdade, por todos os momentos vividos juntas. Por cada aprendizado, tombo e lição de moral. Por cada gargalhada, abraço e declarações de amor e carinho. Por toda a paciência e cuidado que teve comigo durante esses anos.

A minha amiga e irmã de coração, Edilem Caroline Aires pelo presente da sua amizade e lealdade, por todos os momentos vividos juntas. Por ser meu ponto de apoio e força, por sempre segurar a minha mão e não deixar desanimar. Por todo o amor e carinho que tem comigo.

Ao meu amigo, Marcus Vinícius Batista, pelo presente da sua amizade e companheirismo, por todo carinho, cuidado e acolhimento.

Ao grupo de pesquisa NEOTROP, por todos os ensinamentos que influenciaram na profissional que me tornei. Pelo auxílio na execução deste trabalho.

Ao meu orientador, prof. Dr. Ildon Rodrigues do Nascimento pelo acolhimento e ensinamentos que contribuíram para o meu aprendizado e para a execução deste trabalho e homenageando-o agradeço aos demais membros do corpo docente deste curso.

Ao pesquisador, Dr. Rafael Augusto da Costa Parrella pelo acolhimento, paciência e oportunidade de trabalho em parceria e homenageando-o agradeço aos demais componentes da equipe de melhoramento genético da EMBRAPA Milho e Sorgo, a turma do galpão.

Ao meu coorientador, Liomar Borges de Oliveira pela paciência e parceria ao longo da execução deste trabalho, e em nome dele estendo o agradecimento aos demais membros da Banca Examinadora.

A todas as outras pessoas que direta ou indiretamente colaboraram para a minha formação e estiveram torcendo pelo meu sucesso, o meu muito obrigada.

RESUMO

O sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench) é uma espécie agrícola rústica, com boa adaptação em diferentes ambientes de avaliação. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de características agrônômicas de diferentes genótipos de sorgo sacarino no Estado do Tocantins. O delineamento experimental utilizado foi o látice triplo em esquema fatorial (5 x 5), sendo 25 tratamentos com três repetições. Os tratamentos foram constituídos de 25 genótipos de sorgo sacarino, sendo 1 comercial precoce BRS 511 (76 DPF) e 24 híbridos tardios, que são: CMSXS5016 (83 DPF), CMSXS5028 (84 DPF), CMSXS5027 (84 DPF), CMSXS5030 (85 DPF), CMSXS5017 (89 DPF), CMSXS5039 (89 DPF), CMSXS5019 (89 DPF), CMSXS5029 (91 DPF), CMSXS5035 (92 DPF), CMSXS5037 (96 DPF), CMSXS5036 (97 DPF), CMSXS5044 (97 DPF), CMSXS5045 (98 DPF), CMSXS5040 (98 DPF), CMSXS5038 (99 DPF), CMSXS5042 (103 DPF), CMSXS5041 (105 DPF), CMSXS5043 (105 DPF), CMSXS5046 (105 DPF), CMSXS5022 (111 DPF), CMSXS5021 (112 DPF), 202026B022 (115 DPF), CMSXS5020 (115 DPF) e 202026B021 (120 DPF), pertencentes ao programa de melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo. A cultivar BRS 511 de ciclo de maturação precoce floresceu com 76 dias, sendo a mais precoce. O mais tardio foi o genótipo 202026B021. A maior altura de plantas foi observada no genótipo CMSXS5042 com valor de 4,98 m e a menor altura média foi observada no genótipo BRS 511 com valor 2,59 m. O genótipo CMSXS5021 apresentou maior valor de peso de massa seca com 41,3 g. O de menor valor foi o genótipo CMSXS5020. A maior produtividade foi obtida no genótipo CMSXS5037 com 156 ton ha⁻¹. A cultivar BRS 511 foi a menos produtiva com 66 ton ha⁻¹. O genótipo CMSXS5036 atingiu o maior teor de sólidos solúveis totais com 21% °Brix. O menor valor foi o genótipo CMSXS5020 com 13% °Brix. Os genótipos CMSXS5019, CMSXS5029, CMSXS5035, CMSXS5037, CMSXS5044, CMSXS5045, CMSXS5040, CMSXS5038 e CMSXS5042 sobressaíram dos demais por terem apresentados médias ideais dentro das características avaliadas, considerando os dias para o florescimento.

Palavras-chaves: *Sorghum bicolor*. Seleção. Produtividade. Teor de açúcares. Condição tropical.

ABSTRACT

Sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) is a rustic agricultural species, with good adaptation in different evaluation environments. The objective of this work was to evaluate the performance of agronomic traits of different sweet sorghum genotypes in the State of Tocantins. The experimental design used was the triple lattice in a factorial scheme (5 x 5), with 25 treatments with three replications. The treatments consisted of 25 sweet sorghum genotypes, 1 early commercial BRS 511 (76 DPF) and 24 late hybrids, which are: CMSXS5016 (83 DPF), CMSXS5028 (84 DPF), CMSXS5027 (84 DPF), CMSXS5030 (85 DPF), CMSXS5017 (89 DPF), CMSXS5039 (89 DPF), CMSXS5019 (89 DPF), CMSXS5029 (91 DPF), CMSXS5035 (92 DPF), CMSXS5037 (96 DPF), CMSXS5036 (97 DPF), CMSXS5044 (97 DPF) , CMSXS5045 (98 DPF), CMSXS5040 (98 DPF), CMSXS5038 (99 DPF), CMSXS5042 (103 DPF), CMSXS5041 (105 DPF), CMSXS5043 (105 DPF), CMSXS5046 (105 DPF), CMSXS5022 (111 DPF), CMSXS5021 (112 DPF), 202026B022 (115 DPF), CMSXS5020 (115 DPF) and 202026B021 (120 DPF), belonging to the improvement program of Embrapa Milho and Sorghum. The cultivar BRS 511, with an early maturation cycle, flowered at 76 days, being the earliest. The latest was the 202026B021 genotype. The highest plant height was observed in the CMSXS5042 genotype with a value of 4.98 m and the lowest average height was observed in the BRS 511 genotype with a value of 2.59 m. The CMSXS5021 genotype had the highest dry mass weight value with 41.3 g. The lowest value was the CMSXS5020 genotype. The highest productivity was obtained in the CMSXS5037 genotype with 156 ton ha⁻¹. Cultivar BRS 511 was the least productive with 66 ton ha⁻¹. The CMSXS5036 genotype reached the highest total soluble solids content at 21% °Brix. The lowest value was the CMSXS5020 genotype with 13% °Brix. The genotypes CMSXS5019, CMSXS5029, CMSXS5035, CMSXS5037, CMSXS5044, CMSXS5045, CMSXS5040, CMSXS5038 and CMSXS5042 stood out, within the other days, considering that they presented the ideal averages for having the ideal characteristics. flowering.

Key-words: *Sorghum bicolor*. Selection. Productivity. Sugar content. Tropical condition.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Médias do florescimento em dias (DPF) de diferentes genótipos de sorgo sacarino, na safra 2020/2021 em Gurupi, Tocantins, 2021.....	19
Figura 2 - Médias da altura de plantas (AP) em metros de diferentes genótipos de sorgo sacarino, na safra 2020/2021 em Gurupi, Tocantins, 2021.....	20
Figura 3 - Médias do peso de massa seca (PMS) em gramas de diferentes genótipos de sorgo sacarino, na safra 2020/2021 em Gurupi, Tocantins, 2021	22
Figura 4 - Média para produtividade de massa verde total (PMVT) em ton ha ⁻¹ de diferentes genótipos de sorgo sacarino, na safra 2020/2021 em Gurupi, Tocantins, 2021	23
Figura 5 - Média para sólidos solúveis totais (SST) expresso em °Brix de diferentes genótipos de sorgo sacarino, na safra 2020/2021 em Gurupi, Tocantins, 2021.....	24

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVO	10
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
3.1	Aspectos da cultura do sorgo.....	11
3.2	Tipos e finalidades de uso do sorgo.....	12
3.3	O sorgo sacarino	13
3.4	Melhoramento genético do sorgo sacarino.....	14
4	METODOLOGIA	16
4.1	Local do experimento	16
4.2	Condições experimentais.....	16
4.3	Genótipos.....	16
4.4	Delineamento experimental	17
4.5	Características avaliadas	18
4.6	Análises estatísticas	18
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
6	CONCLUSÕES	26
	REFERÊNCIAS	27
	ANEXOS	31

1 INTRODUÇÃO

O sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench) pertencente a África e parte da Ásia, locais na qual seus ancestrais silvestres podem ainda ser encontrados (RUAS; GARCIA; TEIXEIRA, 1988), é propagado por semente, apresenta ciclo vegetativo em torno de 130 dias e é uma planta de dias curtos (DURÃES; MAY; PARRELLA, 2012).

O sorgo tem ganhado destaque, sendo evidente o aumento da área plantada com este cereal no mundo, devido a características atrativas para o seu cultivo, tais como o seu potencial de produção de grãos, forragem, vassoura, álcool e biomassa. Além de ser tolerante ao estresse hídrico, de ciclo rápido e com alto rendimento (MENEZES et al., 2021).

O sorgo sacarino aparenta com a cana-de-açúcar, pois ambos armazenam açúcares nos colmos e produzem bagaço utilizáveis para a geração de vapor em indústrias, podendo ser processados na mesma instalação destinada à produção de etanol de cana-de-açúcar. No entanto, diferencia da cana-de-açúcar na maneira de cultivo, sendo propagado por semente e, na duração do ciclo, sendo menor que a da cana-de-açúcar, variando de 120 a 150 dias de cultivo (MENEZES et al., 2021).

Com isso, o sorgo sacarino é uma opção de cultura complementar à cana-de-açúcar para abastecer o mercado na entressafra dela, de forma a reduzir a ociosidade do mercado de etanol no Brasil, pois apresenta potencial de fornecer matéria-prima de qualidade contendo uma grande quantidade de açúcares, sendo fonte de açúcar e álcool, com o brix variando de 16 até 23% e biomassa entre 40 e 70 t ha⁻¹ (OLIVEIRA et al., 2021).

Nesse contexto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o desempenho de características agroindustriais de diferentes genótipos de sorgo sacarino na região Sul do Estado do Tocantins.

2 OBJETIVO

Avaliar o desempenho de características agroindustriais de diferentes genótipos de sorgo sacarino na região Sul do Estado do Tocantins.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Aspectos da cultura do sorgo

O sorgo é uma gramínea classificada botanicamente no gênero *Sorghum*, da espécie *Sorghum bicolor* L. Moench, pertencente à família *Poaceae* que tem como centro de origem a África e parte do continente asiático (FILHO; RODRIGUES, 2015).

A intervenção do homem na planta de sorgo ocorreu na Etiópia, na África, em meados de 3.000 a.C.. Posteriormente, em torno de 1.000 a 800 a. C., uma espécie selvagem de sorgo, o tipo Durras, foi relatado em parte do continente asiático que, muito provavelmente foi introduzido por rotas comerciais. Mais tarde, na metade do século XIX, o sorgo alcançou as Américas, através dos escravos africanos, e a primeira cultivar comercial foi lançada nos Estados Unidos, no ano de 1857 (RIBAS, 2003).

Segundo Ribas (2003), as primeiras sementes de sorgo a adentrar no Brasil foi na região do Nordeste trazidas pelos escravos africanos e, ficaram conhecidas de “Milho d’Angola” ou “Milho da Guiné”. Contudo, a consolidação da cultura ocorreu somente na segunda década do século XX, avançando significativamente no final dos anos 60 e início dos anos 70, especialmente nos estados do Rio Grande do Sul, São Paulo, Bahia e Paraná, onde predominou o sorgo do tipo granífero. Com isso, o Rio Grande do Sul se tornou o maior produtor de grãos de sorgo do país (ROSA, 2012; RIBAS, 2003).

No atual cenário agrícola, temos os EUA como líder da produção mundial de grãos de sorgo com 9,24 milhões de toneladas, seguido pela Nigéria, México, Índia e Sudão. O Brasil encontra-se na nona posição no ranking mundial (CONAB, 2018) com estimativa de produção para a safra de 2020/2021 de 2.088,2 mil toneladas de grãos em 864 mil hectares de área plantada e produtividade de 2,4 kg ha⁻¹ (CONAB, 2021). O ranking brasileiro de produção é liderado pela região Centro-Oeste, principalmente pelo estado de Goiás, produzindo acima da metade da produção do país (EICHOLZ et al., 2020).

No atual cenário agrícola, o sorgo do tipo granífero é o mais cultivado, sendo os EUA o líder da produção mundial de grãos de sorgo com 9,24 milhões de toneladas, seguido pela Nigéria, México, Índia e Sudão. O Brasil encontra-se na nona posição no ranking mundial (CONAB, 2018) com estimativa de produção para a safra de 2020/2021 de 2.088,2 mil toneladas de grãos de sorgo em 864 mil hectares de área plantada e produtividade de 2,4 kg ha⁻¹ (CONAB, 2021). O ranking brasileiro de produção de sorgo granífero é liderado pela região

Centro-Oeste, principalmente pelo estado de Goiás, produzindo acima da metade da produção do país (EICHOLZ et al., 2020).

Conforme dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2021) no Estado do Tocantins, na safra 2020/21 foi produzido 109,4 mil toneladas de sorgo granífero em 50,6 mil hectares de área plantada, com produtividade de 2.163 kg ha⁻¹. Comparando com a safra de 2019/20, verifica-se que houve uma expansão da área cultivada em 48%, mas que não refletiu no aumento da produtividade por motivo de estresse ocasionado pela baixa ocorrência de chuvas. No entanto, o aumento da área e da produção no Estado ainda é baixa, pois o produtor opta pela cultura do milho no plantio da safrinha, pois este apresenta melhor preço.

Já em relação ao sorgo do tipo sacarino, atualmente não possui área planta, no entanto, diversas pesquisas indicam o potencial produtivo de uso do sorgo sacarino e novas pesquisas vem buscando selecionar materiais mais adaptados e economicamente viáveis, para serem cultivados nas regiões.

3.2 Tipos e finalidades de uso do sorgo

A rusticidade e a versatilidade de uso da planta de sorgo são características de interesse e de importância socioeconômica. A cultura é adaptada para ambientes com clima predominantemente árido e semiárido (FILHO; RODRIGUES, 2015), ou seja, com temperatura elevada e umidade do ar baixa, sujeitando tolerar situações de estresses abióticos, como a estiagem (PURCINO, 2011).

O gênero *Sorghum* compreende todos os sorgos de interesse do mercado, independente da morfologia e do propósito de seu uso (BORGES, 2020). Os seis principais segmentos que se encontram no mercado de sorgo no Brasil são: 1) sorgo granífero, cultivado principalmente para a produção de grãos e forragem, sendo também cultivado para a produção de álcool, açúcares e até mesmo para a produção de vassoura; 2) sorgo forrageiro usado para silagem, devido a sua alta capacidade de digestibilidade total da planta; 3) sorgo de corte e pastejo, resultado da hibridação de sorgo sudão (*Sorghum sudanense*) com sorgo bicolor (*Sorghum bicolor* L. Moench), cultivado para pastejo em plantios de verão; 4) sorgo biomassa para a produção de biocombustível lignocelulósico, visando fornecimento de matéria-prima para a produção de etanol de segunda geração; 5) sorgo sacarino para a produção de etanol e aguardente de excelente qualidade, resultado da alta eficiência de acúmulo de energia da

fotossíntese e, 6) sorgo vassoura com panículas de fibras longas para a produção de vassouras artesanais (MAY et al., 2011).

O sorgo possui metabolismo fotossintético do tipo C4 e é uma planta de dias curtos, ou seja, o seu florescimento ocorre melhor em noites longas (MAGALHÃES; DURÃES; RODRIGUES, 2003). A fenologia da cultura do sorgo compreende em vegetativo e reprodutivo, que estabelece três divisões: i) EC1 – que vai do plantio até a iniciação da panícula, apresentando de 7 a 8 folhas formadas; ii) EC2 – que compreende desde a iniciação da panícula até o florescimento e iii) EC3 – que vai do florescimento até a maturação fisiológica (FILHO; RODRIGUES, 2015).

De acordo com Filho e Rodrigues (2015), o sorgo é o quinto grão mais cultivado no mundo, sendo o trigo, o arroz, o milho e a cevada os que possuem maior volume produzido. É importante na África e na Ásia onde é muito usado na alimentação humana. No Brasil, o cultivo é destinado para atender a demanda da alimentação animal, gerada pelo crescimento dos setores da avicultura, da suinocultura e da bovinocultura (COELHO et al., 2002).

3.3 O sorgo sacarino

O sorgo do tipo sacarino apresenta porte alto e origina produtos que possibilita o seu uso para diversos propósitos, sendo eles: i) colmo succulento, rico em açúcares destinado a produção de xaropes, álcool e açúcares; ii) grãos, de produção limitada e; iii) biomassa, podendo ser utilizado como forragem (TABOSA, 2020).

Dentre as vantagens oferecidas pelo sorgo sacarino temos a rapidez do ciclo, com duração de quatro meses, sendo totalmente mecanizável, apresentando alta produtividade de biomassa verde, com altos rendimentos de etanol e que, ainda, pode ser utilizável como fonte de energia por meio do aproveitamento do seu bagaço (DURÃES, 2011).

De acordo com Parrella (2011), as cultivares de sorgo sacarino atingem de 3 a 5 m de altura e possuem panículas com grãos no ápice da planta. Necessita de maior temperatura do solo no período da sementeira à emergência (EICHOLZ et al., 2020) e as melhores condições térmicas para o desempenho encontra-se entre 26° e 30° C, sendo 18° C a temperatura mínima suportável (ROSA, 2012). O período de sementeira mais adequado dependerá do propósito de uso. Na entressafra da cana-de-açúcar (que em geral ocorre de outubro a novembro), pode ser usado para suprir a ausência da matéria prima (cana-de-açúcar) nas usinas para moagem, ou na safrinha após uma cultura de verão, no período de janeiro a abril (MAY et al., 2012).

O acúmulo de açúcares no colmo inicia após o florescimento, aumentando o teor de açúcares a cada semana. A porcentagem de sólidos solúveis contidos em uma solução de sacarose pode variar dependendo da cultivar, da época de colheita e do sistema de produção, podendo atingir entre 12 °Brix e 22 °Brix (FILHO; RODRIGUES, 2015). Segundo Gomes, Rodrigues e Oliveira (2011), dentre os principais açúcares presentes no caldo do sorgo sacarino temos a glicose, a sacarose e a frutose.

O sorgo sacarino da qual obtêm presença de açúcar, torna viável a utilização de tecnologia para a produção de etanol, resíduos e biomassa para a cogeração de energia (DURÕES et al., 2012) pois, provavelmente, é um dos mais eficientes produtores de energia acumulada da fotossíntese (MAY et al., 2011). A rusticidade conferida a cultura favorece a sua adaptação em relação a outras espécies comerciais, sendo, ainda, responsivo às boas práticas agrícolas e de manejo da cultura, e, conseqüentemente, apto ao uso de inovação tecnológica para a sua utilização (PURCINO, 2011).

3.4 Melhoramento genético do sorgo sacarino

Em 1970, a Embrapa Milho e Sorgo iniciou as pesquisas para desenvolvimento de cultivares de sorgo sacarino, incentivada pelo Governo Federal, após a implantação do Pro-Álcool, que visava a utilização da matéria-prima do sorgo sacarino nas micro e minidestilarias, com o intuito de aumentar a produção de etanol. Após seleções de alguns genótipos, foram desenvolvidas as primeiras variedades brasileiras com potencial para produção de etanol: o BRS 506 e BRS 507, e o híbrido BRS 601. Contudo, como o foco das pesquisas seria direcionada para grandes destilarias, houve um redirecionamento das pesquisas para a produção de cultivares forrageiras e, assim, houve uma paralisação no desenvolvimento tecnológico do sorgo sacarino (PARRELLA, 2011).

De acordo com Parrella (2011), no ano de 2008 a Embrapa Milho e Sorgo retornou com o desenvolvimento tecnológico do sorgo sacarino, pois este gerou interesse devido ao seu potencial na geração de energia renovável e devido a uma demanda alternativa de matéria-prima, em substituição à cana-de-açúcar, para a produção de etanol nas destilarias.

O programa de melhoramento genético da Embrapa Milho e Sorgo pretende o desenvolvimento de variedades e/ou híbridos de sorgo sacarino e exige materiais com produtividade e qualidade, sendo a produtividade mínima de biomassa de 60 t ha⁻¹ e conteúdo mínimo de açúcar total no caldo de 14%, além da resistência as principais doenças e pragas e a

menor susceptibilidade ao acamamento (PARRELLA, 2011). As cultivares são testadas em vários locais do Brasil, por meio dos Ensaio Nacionais de Sorgo, com o objetivo de avaliar o rendimento e o comportamento das mesmas (COELHO et al., 2002).

Para estabelecer um sistema de produção eficiente, se faz necessário o uso de materiais genéticos que apresente um conjunto de características para cada região. Coelho et al. (2002), cita dentre as características de importância: a) a adaptação à região que será implementada; b) potencial produtivo; c) estabilidade de produção; d) tolerância a doenças; e) resistência ao acamamento de colmo; f) ciclo e g) características do grão, quanto a textura, coloração e teor de tanino.

Atualmente, os melhoramentos genéticos objetivam o aumento da biomassa, o aumento do conteúdo de açúcares e a maior produção de caldo. Acredita-se que a maximização da produção de biomassa por unidade de área plantada, será um dos principais focos do programa de melhoramento, quanto à produção de bioenergia (DAMASCENO, 2011).

4 METODOLOGIA

4.1 Local do experimento

O ensaio foi conduzido na área experimental do setor de olericultura da Universidade Federal do Tocantins (UFT) (ANEXO A), no município de Gurupi, localizado no sul do estado do Tocantins (11°44'42'' de latitude sul e 49°03'05'' de longitude oeste), com altitude média de 287 metros, no limite divisório de águas entre o Rio Araguaia e o Rio Tocantins, às margens da BR-153 (Rodovia Belém-Brasília), no ano agrícola 2020/2021.

4.2 Condições experimentais

De acordo com a classificação climática de Koppen, o Estado do Tocantins apresenta clima tropical úmido, com inverno seco e chuvas máximas no verão, denominado clima de savanas (Aw). Apresenta estação chuvosa no verão (de novembro a abril) e estação seca no inverno (de maio a outubro). A temperatura média do mês mais frio do ano é acima de 18° C (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2007).

A área experimental apresenta solo da classe Latossolo Amarelo que é, geralmente, profundo, apresentando profundidade superior a 2 m, de textura média a muito argilosa, bem drenado, responsivo a correções e aplicações de fertilizantes, permitindo obter boas produções (SOUZA; LOBATO, 2004).

4.3 Genótipos

Utilizou-se 25 genótipos de sorgo sacarino, sendo 18 híbridos tardios e 7 variedades comerciais, sendo o BRS 511 precoce, todos pertencentes ao programa de melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo.

Tabela 1 – Genótipos utilizados no ensaio experimental

Genótipo	Tipo
202026B021	Híbrido
202026B022	Híbrido

BRS 511	Variedade comercial
CMSXS5016	Variedade comercial
CMSXS5017	Variedade comercial
CMSXS5019	Variedade comercial
CMSXS5020	Variedade comercial
CMSXS5021	Variedade comercial
CMSXS5022	Variedade comercial
CMSXS5027	Híbrido
CMSXS5028	Híbrido
CMSXS5029	Híbrido
CMSXS5030	Híbrido
CMSXS5035	Híbrido
CMSXS5036	Híbrido
CMSXS5037	Híbrido
CMSXS5038	Híbrido
CMSXS5039	Híbrido
CMSXS5040	Híbrido
CMSXS5041	Híbrido
CMSXS5042	Híbrido
CMSXS5043	Híbrido
CMSXS5044	Híbrido
CMSXS5045	Híbrido
CMSXS5046	Híbrido

Fonte: Jesus (2021).

4.4 Delineamento experimental

O delineamento estatístico utilizado foi em látice triplo (5x5), com três repetições. As parcelas foram constituídas de duas fileiras de 5 m de comprimento, espaçadas de 0,70 m entre as fileiras (ANEXO B).

Após previa análise de solo realizou-se a adubação de sementeira de 21 kg do formulado 5-25-15 de NPK e 13,06 kg de ureia em cobertura após 30 dias da sementeira.

A sementeira foi realizada no dia 11 de dezembro de 2020, com distribuição manual, a uma profundidade de 3 a 4 cm, no sistema de plantio direto (ANEXO C). O desbaste foi

efetuado 10 dias após a semeadura, trabalhando com 10 plantas por metro, sendo 50 plantas para cada fileira de 5 m, para obter um stand final de 140 mil plantas/ha⁻¹ (ANEXO D). O experimento foi conduzido em condições de sequeiro.

4.5 Características avaliadas

1. Dias para florescimento (DPF em dias) – anotando o número de dias decorridos do semeio até o ponto em que 50 % das plantas da parcela estiveram em florescimento (ANEXO E);
2. Altura de plantas (AP em m) – na época da colheita, a partir da altura média (m) de oito plantas tomadas aleatoriamente da parcela, sendo medidas da superfície do solo ao ápice da panícula (ANEXO F);
3. Peso de massa seca (PMS em g) – mensurado em amostra de 100 g de uma mistura obtida de oito plantas da parcela útil triturado (ANEXO G);
4. Peso de massa verde total (PMVT, ton ha⁻¹) – foram cortadas as plantas da parcela útil a 10,0 cm da superfície do solo, em seguida foram pesadas (planta completa) por meio de uma balança digital, em kg. Os dados foram expressos em ton ha⁻¹ (ANEXO H);
5. Sólidos solúveis totais (°Brix) – determinados através da leitura do caldo por meio de um refratômetro digital de leitura automática. O caldo foi extraído em moenda convencional.

A colheita ocorreu em dois períodos devido a diferença de ciclos entre os genótipos. Os genótipos precoces, tipo BRS 511, foram colhidos aos 120 dias após a semeadura (11 de abril de 2021). Os genótipos do tipo tardios foram colhidos aos 150 dias após a semeadura (11 de maio de 2021).

4.6 Análises estatísticas

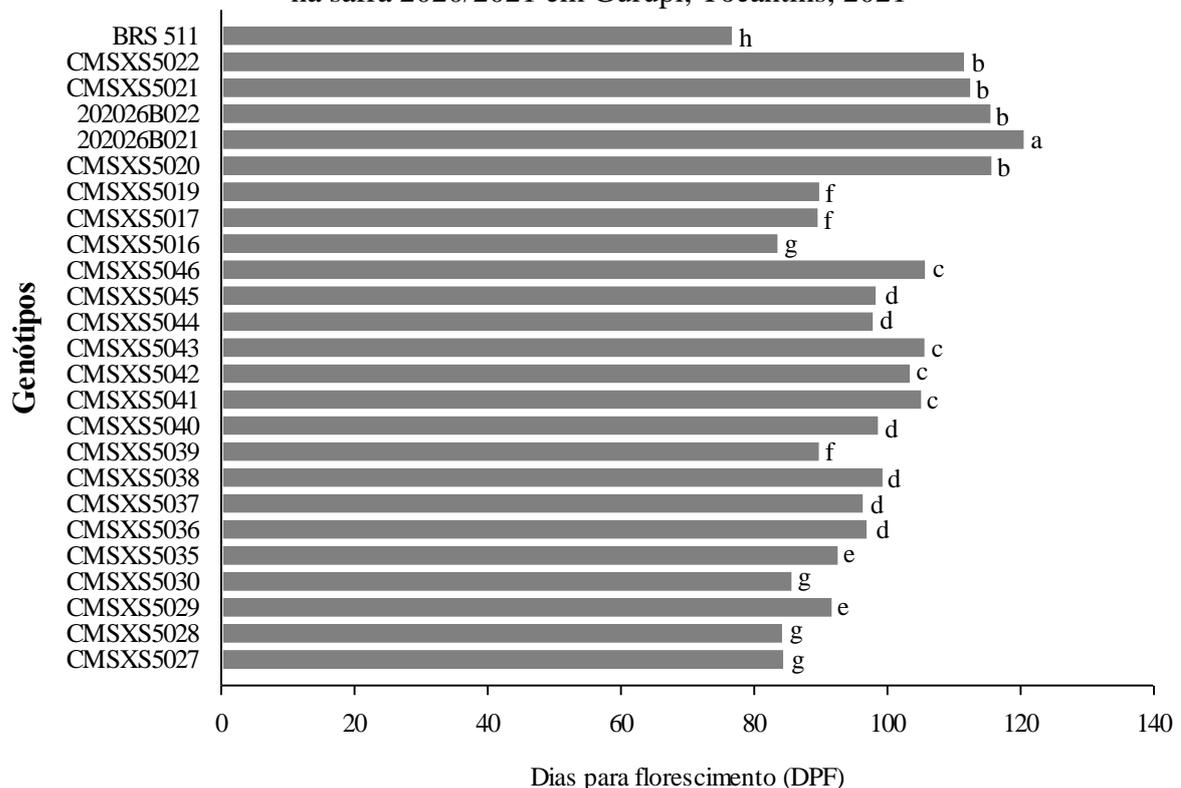
Os valores de cada parcela foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, sendo todas as análises estatísticas realizadas com auxílio do programa computacional GENES. Quando o efeito do látice não foi superior a 10 % a análise de variância foi feita em delineamento blocos casualizados.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precisão experimental por meio dos coeficientes de variação (CV%), observou-se que as características florescimento, altura e °Brix apresentaram baixo coeficiente de variação, sendo eles 3,42%, 6,19% e 2,99%, respectivamente, indicando boa precisão experimental e pouca influência do ambiente.

Para a característica florescimento, a cultivar BRS 511 foi a mais precoce, com 76 dias após o semeio para atingir o florescimento, no entanto apresentou menor valor de altura e de produtividade. As médias da variável florescimento são apresentadas na Figura 1.

Figura 1 - Médias do florescimento em dias (DPF) de diferentes genótipos de sorgo sacarino, na safra 2020/2021 em Gurupi, Tocantins, 2021



Médias seguidas pela mesma letra minúscula, no gráfico, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Jesus (2021).

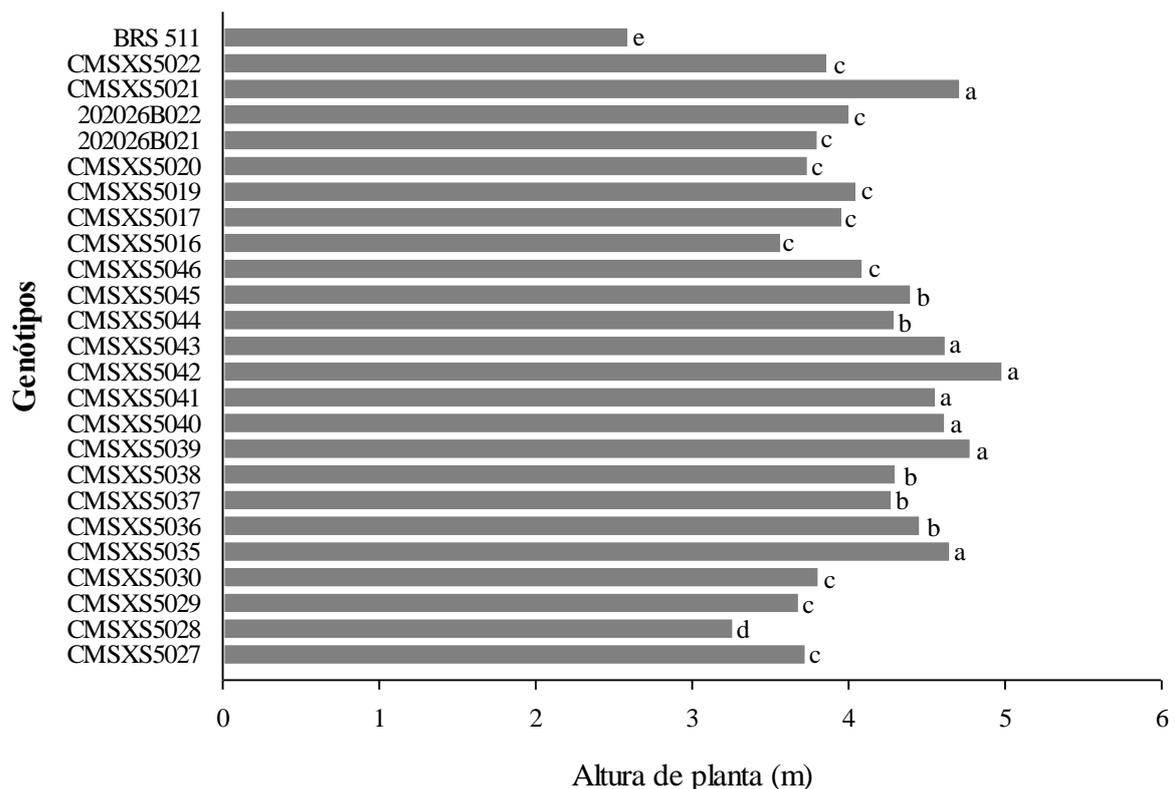
O valor médio para dias para florescimento variou entre 85 e 125 para os genótipos CMSXS5030, CMSXS5027, CMSXS5028 e CMSXS5016, respectivamente. Os genótipos CMSXS5017, CMSXS5039 e CMSXS5019 alcançaram valores de 89 dias após o semeio para o florescimento. No entanto, os genótipos CMSXS5029 e CMSXS5035 atingiram valores próximos, com 91 e 92 dias após o semeio para florescer, respectivamente. Os genótipos

CMSXS5037, CMSXS5036, CMSXS5044, CMSXS5045, CMSXS5040 e CMSXS5038, foram mais tardias com 96, 97, 97, 98, 98 e 99 dias após o semeio para o florescimento. Os genótipos CMSXS5046, CMSXS5043, CMSXS5042 e CMSXS5041, floresceram com 105 dias após o semeio. Já os genótipos CMSXS5022, CMSXS5021, 202026B022 e CMSXS5020 demoraram cerca de 111 a 115 dias após o semeio para o florescimento. O genótipo 202026B021 foi o mais tardio, com 120 dias após o semeio para atingir o florescimento, na qual também se destacou negativamente no valor de °Brix, fazendo parte do grupo de materiais que apresentaram menores médias.

Pesquisa realizada por Oliveira et al. (2021) avaliando componentes de rendimento em 25 genótipos de sorgo sacarino, em termos de dias para o florescimento, tiveram média entre 71 e 75 dias para os materiais precoces, dentre eles se enquadrando as cultivares comerciais avaliadas. O autor Parrella et al. (2011) cita na literatura que a cultivar BRS 511, dentre as suas características, apresenta florescimento entre 70 e 75 dias após a semeadura. Pelos resultados aqui observados, verificou-se que a cultivar comercial floresceu dentro do período previsto.

Os valores de altura de plantas variaram amplamente entre os genótipos e foram formados cinco grupos de médias distintas pelo teste de Scott Knott (Figura 2).

Figura 2 - Médias da altura de plantas (AP) em metros de diferentes genótipos de sorgo sacarino, na safra 2020/2021 em Gurupi, Tocantins, 2021.



Médias seguidas pela mesma letra minúscula, no gráfico, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a nível de 5% de probabilidade.

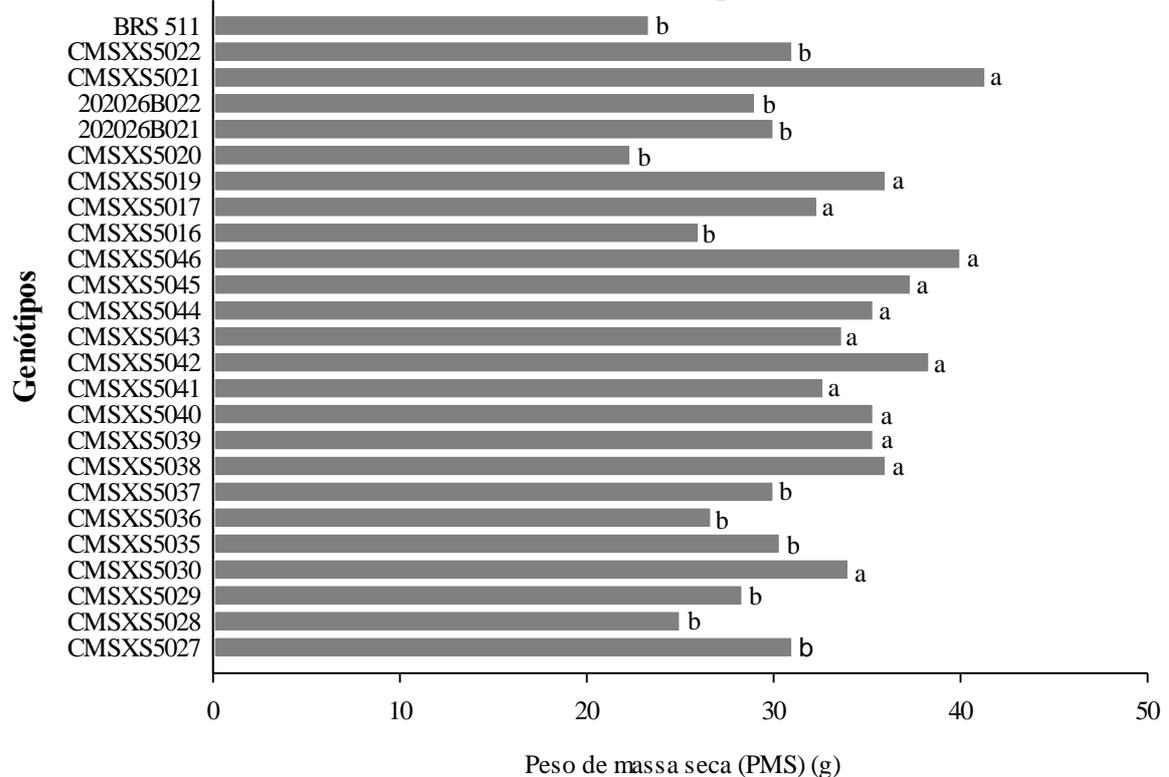
Fonte: Jesus (2021).

No grupo que representa os genótipos com maior altura média, destacaram-se CMSXS5042, com altura de 4,98 m, sendo o maior valor de média, seguido pelos genótipos CMSXS5039 (4,78 m), CMSXS5021 (4,71 m), CMSXS5035 (4,65 m), CMSXS5043 (4,62 m), CMSXS5040 (4,61) e CMSXS5041 (4,55 m). No grupo “b” ficaram os genótipos CMSXS5045, CMSXS5044, CMSXS5038, CMSXS5037 e CMSXS5036, com altura média de plantas entre 4,45 e 4,27 m. Já no grupo “c” foram alocados os genótipos CMSXS5022, 202026B022, 202026B021, CMSXS5020, CMSXS5019, CMSXS5017, CMSXS5016, CMSXS5046, CMSXS5030, CMSXS5029 e CMSXS5027 que apresentaram médias variando entre 4,09 e 3,57 m. As menores médias de altura de plantas foram dos grupos “d” e “e”, onde foram alocados os genótipos CMSXS5028 com 3,26 m e a cultivar BRS 511 com 2,59 m, respectivamente.

Resultados semelhantes foram obtidos por Cavalcante et al. (2017) que também avaliou características agrônômicas de cultivares de sorgo sacarino em diferentes épocas na região do sudoeste de Goiás, verificando diferença significativa de altura de plantas com relação as cultivares.

A altura da planta está relacionada com a produção da área foliar final, sendo determinada pelas taxas de produção e duração de expansão, pelo número de folhas produzidas e a taxa de senescência (MAGALHÃES; DURÃES; RODRIGUES, 2003). Giacomini et al. (2013) ao avaliar o uso potencial de sorgo sacarino para a produção de etanol no Estado do Tocantins relatou resultado semelhante a esse trabalho, onde os maiores valores de altura de plantas corresponderam a maior produção de matéria seca, confirmando a correlação positiva entre as características (Figura 3).

Figura 3 - Médias do peso de massa seca (PMS) em gramas de diferentes genótipos de sorgo sacarino, na safra 2020/2021 em Gurupi, Tocantins, 2021



Médias seguidas pela mesma letra minúscula, no gráfico, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Jesus (2021).

Com relação ao peso da massa seca formaram-se dois grupos, destacando-se no primeiro grupo os genótipos CMSXS5021, CMSXS5019, CMSXS5017, CMSXS5046, CMSXS5045, CMSXS5044, CMSXS5043, CMSXS5042, CMSXS5041, CMSXS5040, CMSXS5039, CMSXS5038 e CMSXS5030, com valores variando entre 41,3 e 32,3 g, sendo o genótipo CMSXS5021 o que teve a maior média de peso de massa seca. Os demais genótipos tiveram variações de valores de massa seca entre 31 e 22,3 g.

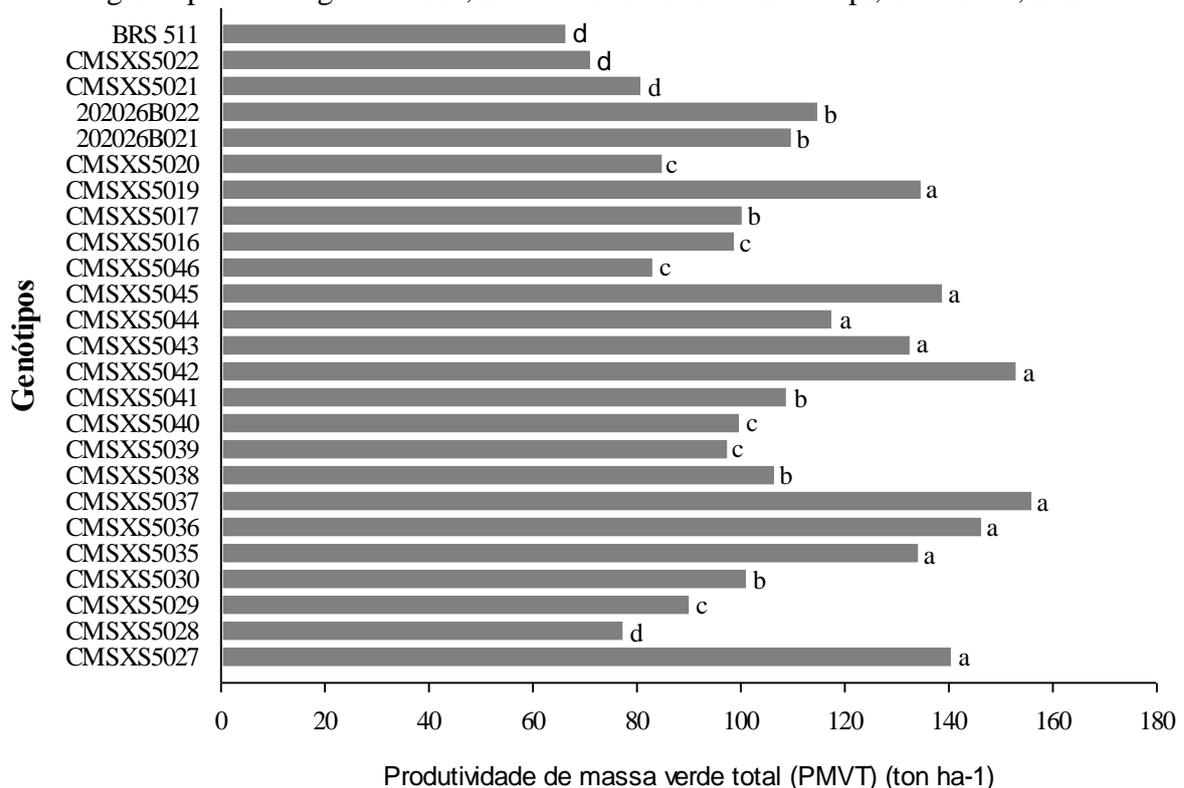
De forma geral, verifica-se que os genótipos que tiveram um menor tempo para atingir o florescimento, tiveram também uma menor produção de massa seca. Santos et al. (2019) ao avaliar o acúmulo de massa seca e macronutrientes pelo sorgo sacarino em diferentes níveis de adubação NPK comprovou que, a quantidade de matéria seca acumulada no início do desenvolvimento das plantas, até os 30 dias após a semeadura, é muito baixa, e que somente a partir daí a taxa de acúmulo se intensifica. Junior et al. (2020) avaliando curva de crescimento e produção de biomassa de híbridos de sorgo, chegaram a mesma conclusão.

As características florescimento, altura de plantas e massa seca possuem correlações de médias positivas e significativa entre si, comprovada por Oliveira et al. (2021), por meio das

correlações de Pearson. Com isso, pode-se afirmar que a seleção de plantas a partir do maior número de dias para o florescimento resultará em ganhos para as características correlacionadas.

Na Figura 4 observa-se os resultados obtidos para produtividade de massa verde total nos genótipos de sorgo avaliados.

Figura 4 - Média para produtividade de massa verde total (PMVT) em ton ha⁻¹ de diferentes genótipos de sorgo sacarino, na safra 2020/2021 em Gurupi, Tocantins, 2021



Médias seguidas pela mesma letra minúscula, no gráfico, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Jesus (2021).

A produtividade de massa verde total variou de 156 a 66,4 ton ha⁻¹, com formação de quatro grupos, destacando-se os genótipos CMSXS5037 (156,07 ton ha⁻¹), CMSXS5042 (153,08 ton ha⁻¹), CMSXS5036 (146,3 ton ha⁻¹), CMSXS5027 (140,5 ton ha⁻¹), CMSXS5045 (138,8 ton ha⁻¹), CMSXS5019 (134,3 ton ha⁻¹), CMSXS5035 (134,3 ton ha⁻¹), CMSXS5043 (132,6 ton ha⁻¹) e CMSXS5044 (117,6 ton ha⁻¹) no grupo “a”. No grupo “b”, constituído pelos genótipos 202026B022, 202026B021, CMSXS5041, CMSXS5038, CMSXS5030 e CMSXS5017, a produtividade variou de 114,8 a 100,3 ton ha⁻¹. No grupo “c” formado pelos genótipos CMSXS5040, CMSXS5016, CMSXS5039, CMSXS5029, CMSXS5020 e CMSXS5046 a produtividade variou de 99,7 a 83,1 ton ha⁻¹. Já o grupo “d” composto pelos

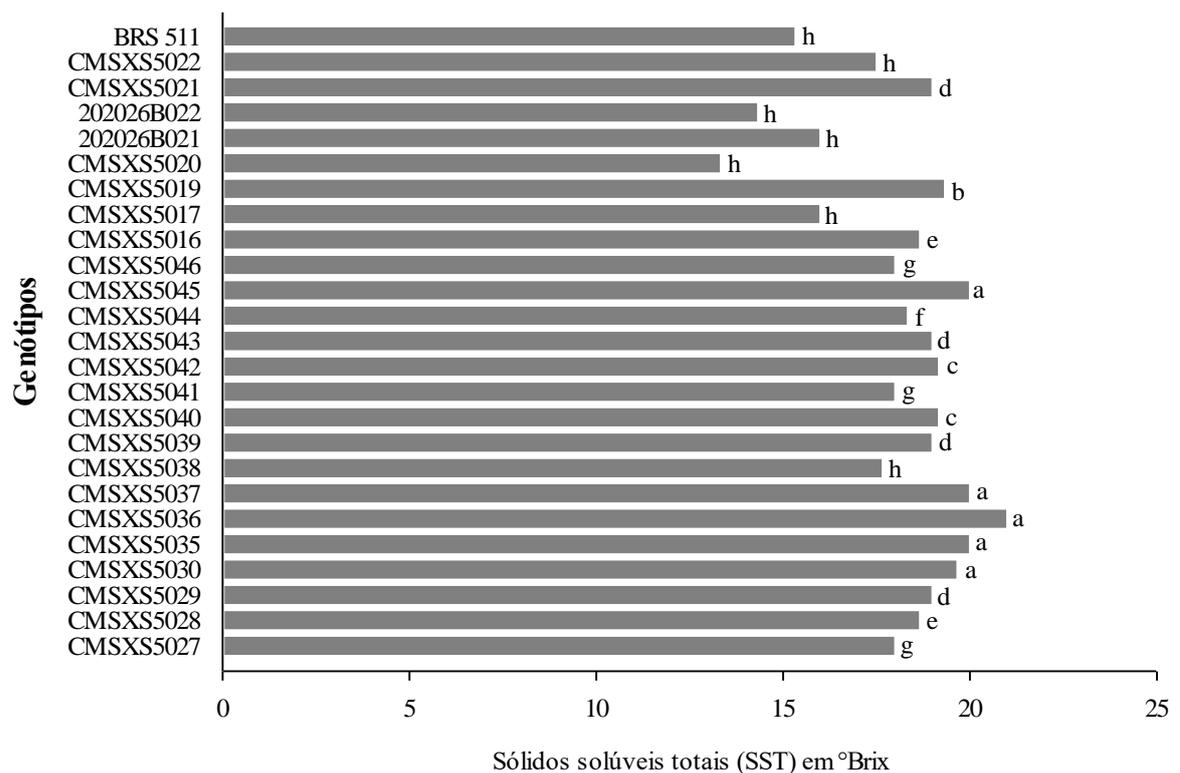
genótipos CMSXS5021, CMSXS5028, CMSXS5022 e a cultivar BRS 511, teve as menores médias de produtividade variando de 80,8 a 66,4 ton ha⁻¹, sendo a cultivar BRS 511 representando a menor média.

Souza et al. (2011) estudando o desempenho de cultivares de sorgo sacarino em duas épocas de plantio no norte de Minas Gerais obteve média geral de produção de massa verde de 51,13 ton ha⁻¹ variando entre 25,81 e ton ha⁻¹ e 71,05 ton ha⁻¹, resultados inferiores ao obtido neste trabalho.

Santos et al. (2014) avaliando o desempenho de cultivares de sorgo sacarino em Sete Lagoas-MG, obteve média de produção de massa verde variando de 42,90 a 65,81 ton ha⁻¹. Os resultados obtidos neste trabalho foram superiores, alcançando média de 106,95 ton ha⁻¹.

A cultivar BRS 511 está entre os materiais que obtiveram menores médias de °Brix, com 15,3 %. Contudo, considerando que a cultivar foi a mais precoce em relação ao florescimento, ainda apresenta valor aceitável, conforme as exigências do Programa de Melhoramento Genético da Embrapa Milho e Sorgo. Ainda, Parrella et al. (2011) afirma que a cultivar BRS 511 possui potencial de média de 20 °Brix. As médias de °Brix podem ser observadas na Figura 5.

Figura 5 - Média para sólidos solúveis totais (SST) expresso em °Brix de diferentes genótipos de sorgo sacarino, na safra 2020/2021 em Gurupi, Tocantins, 2021



Médias seguidas pela mesma letra minúscula, no gráfico, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Jesus (2021).

Para o teor do °Brix formaram-se oito grupos de médias. O grupo com valores mais favoráveis foi formado por cinco genótipos, que tiveram variação de 21 a 19,6%, onde o genótipo CMSXS5036 apresentou o maior valor de média. O segundo grupo de genótipos foi formado apenas com o genótipo CMSXS5019 com média de °Brix de 19,3%. O grupo três foi formado pelos genótipos CMSXS5040 e CMSXS5042, ambos com média de 19,1%. O grupo quatro formou-se com 4 genótipos que apresentaram média de 19% de °Brix. Já o grupo cinco teve genótipos que alcançaram média de 18,6%. O grupo seis foi constituído pelo genótipo CMSXS5044 que atingiu uma média de 18,3% de °Brix. As médias de 18% foram alcançadas por 3 genótipos. Por fim, o último grupo, composto pelas menores médias, formou-se com 7 genótipos, com médias variando de 17,6 a 13,3%.

Maw, Houx e Fritschi (2016) estudando a resposta do componente de produção de etanol de sorgo sacarino à fertilização com nitrogênio constatou médias das leituras de °Brix variando entre 13,1% e 17,2%, e ainda confirma que a genética e o ambiente são mais importantes para a concentração de açúcar do que a fertilização.

6 CONCLUSÕES

A cultivar BRS 511 de ciclo de maturação precoce floresceu com 76 dias, sendo a mais precoce. O mais tardio foi o genótipo 202026B021.

A maior altura de plantas foi observada no genótipo CMSXS5042 com valor de 4,98 m e a menor altura média foi observada no genótipo BRS 511 com valor 2,59 m.

O genótipo CMSXS5021 apresentou maior valor de peso de massa seca com 41,3 g. O de menor valor foi o genótipo CMSXS5020.

A maior produtividade foi obtida no genótipo CMSXS5037 com 156 ton ha⁻¹. A cultivar BRS 511 foi a menos produtiva com 66 ton ha⁻¹.

O genótipo CMSXS5036 atingiu o maior teor de sólidos solúveis totais com 21% °Brix. O menor valor foi o genótipo CMSXS5020 com 13% °Brix.

REFERÊNCIAS

- ANJOS, Adilson dos. **Planejamento de experimentos I**. Curitiba, PR: Curso, 2005. Universidade Federal do Paraná: Setor de Ciências Exatas. Notas de aula.
- BORGES, Fernando José Sousa. **Avaliação da aptidão forrageira de híbridos de sorgo biomassa no extremo norte do Tocantins**. 2020. 50 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins. Campus Araguatins, Araguatins, TO, 2020.
- CAVALCANTE, Thomas Jefferson et al. **Características agronômicas de cultivares de sorgo sacarino em diferentes épocas na região do Sudoeste de Goiás, Brasil**. Goiânia: Espacios, v. 38, n. 46, 2017. 26 p.
- COELHO, Antônio Marcos et al. **Seja o doutor do seu sorgo**. Encarte de informações agronômicas N.º 100 – Dezembro/2002, Potafos, 2002, 24 p.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira - grãos safra 2020/2021– 12º levantamento**. Brasília, p. 1-97, setembro, 2021.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Sorgo: análise mensal**. Brasília, março, 2018.
- DAMASCENO, Cynthia Maria Borges. Genômica do sorgo sacarino e análise de marcadores genéticos moleculares para características de interesse agrônomo e industrial. In: DURÃES, Frederico Ozanan Machado (ed.). **Sorgo sacarino: tecnologia agrônoma e industrial para alimentos e energia**. 3. ed. Brasília, DF: Agroenergia em Revista, 2011. p. 7-7. Editorial.
- DURÃES, Frederico Ozanan Machado; MAY, André; PARRELLA, Rafael Augusto da Costa (ed.). **Sistema Agroindustrial do Sorgo Sacarino no Brasil e a Participação Público-Privada: Oportunidades, Perspectivas e Desafios**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. 77 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 138). Documentos (INFOTECA-E).
- DURÃES, Frederico Ozanan Machado. Sorgo sacarino: desenvolvimento de tecnologia agrônoma. In: DURÃES, Frederico Ozanan Machado (ed.). **Sorgo sacarino: tecnologia agrônoma e industrial para alimentos e energia**. 3. ed. Brasília, DF: Agroenergia em Revista, 2011. p. 7-7. Editorial.
- DURÃES, Frederico Ozanan Machado. Sorgo sacarino: tecnologia agrônoma e industrial para alimentos e energia. In: DURÃES, Frederico Ozanan Machado (ed.). **Sorgo sacarino: tecnologia agrônoma e industrial para alimentos e energia**. 3. ed. Brasília, DF: Agroenergia em Revista, 2011. p. 2-3. Editorial.
- EICHOLZ, Eberson Diedrich et al. (ed.). **Informações técnicas para o cultivo do milho e sorgo na região subtropical do Brasil: safras 2019/20 e 2020/21**. Sete Lagoas, MG: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2020. 219 p. 1ª MISOSUL "Reunião Técnica Sul-Brasileira de Pesquisa de Milho e Sorgo" foi realizada no período de 12 a 14 de agosto de 2019, em Chapecó, SC.

FILHO, Antônio F. C. Bahia. Embrapa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. **Recomendações para o cultivo do sorgo**. 3. ed. Sete Lagoas, EMBRAPA/CNPMS, 1988, 80 p. ilustr. (EMBRAPA/CNPMS. Circular técnica, 01).

FILHO, Israel Alexandre Pereira; RODRIGUES, José Avelino Santos (ed.). **Sorgo: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 327 p. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas). Coleção Eliseu Alves: Biblioteca da Embrapa Sede.

GIACOMINI, I; PEDROZA, M. M.; SIQUEIRA, F. L. T.; MELLO, S. Q. S.; CERQUEIRA, F. B.; SALLA, L. **Uso potencial de sorgo sacarino para a produção de etanol no estado do Tocantins**. Revista Agrogeoambiental / Instituto Federal do Sul de Minas Gerais.– Vol. 5, n.3 (dez. 2013). Pouso Alegre: IFSULDEMINAS, 2013.

GOMES, Angélica; RODRIGUES, Dasciana; OLIVEIRA, Patrícia. Caracterização do sorgo para a produção de etanol. In: DURÃES, Frederico Ozanan Machado (ed.). **Sorgo sacarino: tecnologia agrônômica e industrial para alimentos e energia**. 3. ed. Brasília, DF: Agroenergia em Revista, 2011. p. 26-26. Editorial.

JUNIOR, José Maurílio de Figueiredo et al. **Curva de crescimento e produção de híbridos de sorgo biomassa**. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PIBIC/CNPq, 18., 2020, Sete Lagoas. (Trabalhos apresentados). Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020.

MAGALHÃES, Paulo César; DURÃES, Frederico Ozanan Machado; RODRIGUES, José Avelino Santos. **Fisiologia da planta de sorgo**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 4 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado técnico, 86)

MAGALHÃES, Paulo César. **Origem, anatomia, morfologia e fisiologia do sorgo**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 1993. 8 p. I CURSO SOBRE A CULTURA DO SORGO: Manejo Cultural e Utilização.

MAW, Michael J.W.; HOUX, James H.; FRITSCHI, Felix B.. **Nitrogen Fertilization of High Biomass Sorghum Affects Macro - and Micronutrient Accumulation and Tissue Concentrations**. Industrial crops and products, v. 156, 2016, pp. 112819. doi: 10.1016/j.indcrop.2020.112819.

MAY, André et al.. **Cultivares de sorgo para o mercado brasileiro na safra 2011/2012**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 28 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 117).

MAY, André et al. (ed.). **Sistema Embrapa de Produção Agroindustrial de Sorgo Sacarino para Bioetanol Sistema BRS1G – Tecnologia Qualidade Embrapa**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. 120 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 139).

MOREIRA, Luciano Rezende. **Caracterização morfofisiológica de cultivares de sorgo sacarino em estresse hídrico**. Viçosa, MG, 2011.

OLIVEIRA, Taniele Carvalho de. et al. **Componentes de rendimento em genótipos de sorgo sacarino**. Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento, v. 10, n. 6, 2021.

- PARRELLA, Nádya Nardely Lacerda Durães; PARRELLA, Rafael Augusto da Costa. **Sorgo sacarino**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo - Artigo de Divulgação na Mídia (Infoteca-E), 2013. 6 p.
- PARRELLA, Rafael Augusto da Costa et al. **BRS 511: variedade de sorgo sacarino para produção de etanol**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 2 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado técnico, 196). Comunicado Técnico (INFOTECA-E).
- PARRELLA, Rafael Augusto da Costa. Melhoramento genético do sorgo sacarino. In: DURÃES, Frederico Ozanan Machado (ed.). **Sorgo sacarino: tecnologia agrônômica e industrial para alimentos e energia**. 3. ed. Brasília, DF: Agroenergia em Revista, 2011. p. 9-9. Editorial.
- PEREIRA, Antonio Roberto; ANGELOCCI, Luiz Roberto; SENTELHAS, Paulo Cesar. **Meteorologia Agrícola 306**. Piracicaba, SP: Edição Revista e Ampliada, 2007. (1º Semestre/2007). Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz Departamento de Ciências Exatas.
- PINHO, Renzo Garcia Von et al. **Produtividade e qualidade de silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura**. Bragantia, v. 66, n. 2, 2007. 235-245 p. Instituto Agrônômico de Campinas, Brasil.
- PURCINO, Antônio Álvaro Corsetti. Sorgo sacarino na Embrapa: histórico, importância e usos. In: DURÃES, Frederico Ozanan Machado (ed.). **Sorgo sacarino: tecnologia agrônômica e industrial para alimentos e energia**. 3. ed. Brasília, DF: Agroenergia em Revista, 2011. p. 6-6. Editorial.
- RIBAS, Paulo Motta. **Cultivo do sorgo**. Sistemas de produção, 2. Embrapa Milho e Sorgo, set. 2008.
- RIBAS, Paulo Motta. **Sorgo: Introdução e Importância Econômica**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 14 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 26).
- ROSA, Wilson José. **Cultura do Sorgo**. Sete Lagoas, MG: Departamento Técnico da Emater, 2012. 6 p. (Ciências Agrárias).
- RUAS, Davi Guilherme Gaspar; GARCIA, João Carlos; TEIXEIRA, Níbio Milagres. Origem e importância do sorgo para o Brasil. In: Embrapa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. **Recomendações para o cultivo do sorgo**. 3. ed. Sete Lagoas, EMBRAPA/CNPMS, 1988, 80 p. ilustr. (EMBRAPA/CNPMS. Circular técnica, 01).
- SANTOS, C. V. dos; PARRELLA, R. A. da C.; SILVA, M. J. da; FRANÇA, A. E. D.; MOURA, M. M.; RABELO, M. M.; OLIVEIRA, M. S. de; SOUZA, R. S. e. **Desempenho e avaliação de cultivares de sorgo sacarino em Sete Lagoas-MG**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE BIOENERGIA, 9., 2014. São Paulo. Anais... Curitiba: Porths Eventos, 2014.
- SANTOS, Flávia Cristina dos et al. **Acúmulo de massa seca e macronutrientes pelo sorgo sacarino em diferentes níveis de adubação NPK**. Sete Lagoas, MG: Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 18, n. 1, 2019. 13 p.

SOUSA, Djalma Martinhão Gomes de; LOBATO, Edson (ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 420 p.

SOUZA, Vander Fillipe de *et al.* **Desempenho de cultivares de sorgo sacarino em duas épocas de plantio no norte de Minas Gerais visando a produção de etanol**: In: Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, 6., 2011, Búzios. Panorama atual e perspectivas do melhoramento de plantas no Brasil. (Búzios): SBMP, 2011. (Artigo em Anais de Congresso).

TABOSA, José Nildo. **Cadernos do Semiárido riquezas e oportunidades**: Sorgo. Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Pernambuco. Recife: CREA-PE: Editora UFRPE, v.15, n.2, 2020.

ANEXOS

ANEXO A – ÁREA DE CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO



ANEXO B – DELINEAMENTO EXPERIMENTAL



ANEXO C – SEMEADURA



ANEXO D – DESBASTE



ANEXO E – FLORESCIMENTO



ANEXO F – ALTURA DA PLANTA



ANEXO G – PESO DE MASSA SECA



ANEXO H – PRODUTIVIDADE DE MASSA VERDE TOTAL

