



Desempenho de Cultivares de Sorgo-Sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench) em Planaltina, DF

Safra 2018/2019



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Cerrados
Ministério da Agricultura e Pecuária

BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
404

Desempenho de Cultivares de Sorgo-Sacarino
(*Sorghum bicolor* L. Moench) em Planaltina, DF

Safra 2018/2019

José de Ribamar Nazareno dos Anjos
Juaci Vitória Malaquias
Rafael Augusto da Costa Parrella

Embrapa Cerrados
Planaltina, DF
2023

Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília / Fortaleza
Caixa Postal 08223
CEP 73310-970, Planaltina, DF
Fone: (61) 3388-9898
www.embrapa.br/cerrados
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente
Lineu Neiva Rodrigues

Secretário-executivo
Gustavo José Braga

Secretária
Alessandra S. Gelape Faleiro

Membros
Alessandra Silva Gelape Faleiro
Alexandre Specht
Edson Eyji Sano
Fábio Gelape Faleiro
Gustavo José Braga
Jussara Flores de Oliveira Arbues
Kleberon Worsley Souza
Shirley da Luz Soares Araujo

Supervisão editorial e revisão de texto
Jussara Flores de Oliveira Arbues

Normalização bibliográfica
Shirley da Luz Soares Araujo

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Leila Sandra Gomes Alencar

Foto da capa
José de Ribamar Nazareno dos Anjos

Impressão e acabamento
Alexandre Moreira Veloso

1ª edição

1ª impressão (2023): 30 exemplares

Publicação digital (2023): PDF

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Cerrados

A599d Anjos, José de Ribamar Nazareno dos.
Desempenho de cultivares de sorgo-sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench) em Planaltina, DF : safra 2018/2019 / José de Ribamar Nazareno dos Anjos, Juaci Vitória Malaquias, Rafael Augusto da Costa Parrella. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2023.

17 p. (Boletim de Pesquisa Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Cerrados, ISSN 1676-918X, e-ISSN 2176-509X, 404).

1. Biomassa. 2. Sólido solúvel. 3. Bioetanol. I. Malaquias, Juaci Vitória. II. Parrella, Rafael Augusto da Costa. III. Título. IV. Série.

CDD (21 ed.) 633.174

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução.....	7
Material e Métodos	8
Resultados e Discussão	10
Conclusões.....	15
Agradecimentos	15
Referências	15

Desempenho de Cultivares de Sorgo-Sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench) em Planaltina, DF

Safra 2018/2019

José de Ribamar Nazareno dos Anjos¹

Juaci Vitória Malaquias²

Rafael Augusto da Costa Parella³

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar a adaptação e o potencial de produção de biomassa, açúcares e etanol de 25 cultivares de sorgo-sacarino [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] nas condições edafoclimáticas do Distrito Federal. O experimento de campo foi conduzido na Embrapa Cerrados, em Planaltina, Distrito Federal, Brasil (S15°36.194', W047°43.048', 1.017 m de altitude) em Latossolo Vermelho distrófico argiloso, tendo o plantio sido realizado em 30/10/2018, em um delineamento de blocos ao acaso com três repetições. Foram avaliados os seguintes caracteres agrônômicos: florescimento (Flor) – número de dias da sementeira até o início da liberação de pólen em 50% das plantas da parcela; altura das plantas (AP, cm); peso de massa verde total (sem panícula) (PMV, t ha⁻¹) e teor de sólidos solúveis totais (SST, em °Brix). A verificação estatística da significância dos tratamentos foi baseada em análise de variância (Anova). Para a comparação das médias, foi utilizado o teste de Scott-Knott, ao nível 5% de probabilidade. A Anova indicou diferenças significativas (P<0,05) entre as cultivares para as características avaliadas. Para PMV, as médias variaram entre 92,54 t ha⁻¹ (201837B013) e 44,60 t ha⁻¹ (201837B005). A altura das plantas (AP) variou de 4,87 m a 2,80 m, respectivamente para 201837B014 e CMSXS643. Os teores médios de SST variaram de 17,23 °Brix (BRS 508) a 7,50 °Brix (201837B017). Considerando a combinação rendimento de colmos por hectare e o teor de sólidos solúveis totais, as cultivares 201837B001, 201837B004, 201837B013, BRS 511, CMSXS646 e 201837B007 destacaram-se como promissoras para produção de bioetanol no ambiente estudado.

Termos para indexação: rendimento de biomassa, teor de sólidos solúveis totais, bioetanol.

¹ Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

² Estatístico, mestre em Ciências de Materiais em Modelagem e Simulação Computacional, analista da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

³ Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

Performance of Sweet Sorghum Cultivars (*Sorghum bicolor* L. Moench) in Planaltina, DF

Abstract – The objective of our study was to evaluate the potential of twenty five sweet sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] cultivars for high biomass yield as well as suited for sugar content and ethanol production, under the edaphoclimatic conditions of the Federal District, Brazil. The experiment was conducted at Embrapa Cerrados, in Planaltina, Distrito Federal (S15°36.194', W047°43.048', 1.017 m altitude) in Clayey Oxisol (Dystrophic Red Latosol). Planting was carried out on 10/30/2018, in a randomized block design with three replications. The traits plant height (ALT), fresh biomass yield (PMV), days of flowering (Flor) and total soluble solids (SST) were evaluated. The statistical evaluation of the significance of the trials was done by analysis of variance (Anova). For the comparison of the means, the Scott-Knott test was performed, at 5% probability. Anova has indicated significant differences ($P < 0.05$) among the cultivars for all agronomic traits under study. For PMV, the average ranged between 92.54 t ha^{-1} (201837B013) and 44.60 t ha^{-1} (201837B005). Plant height (AP) ranged from 4.87 m to 2.80 m, respectively for 201837B014 and CMSXS643. The SST contents ranged from 17.23 °Brix (BRS 508) to 7.50 °Brix (201837B017). Considering the combination of stem yield per hectare and total soluble solids content, cultivars 201837B001, 201837B004, 201837B013, BRS 511, CMSXS646 and 201837B007 were de most suitable for bioethanol production in the studied environment.

Index terms: total soluble solids, biomass yield, bioethanol.

Introdução

A economia mundial ainda depende dos combustíveis fósseis no segmento de transporte rodoviário. No entanto, a instabilidade de seus preços, os impactos ambientais negativos, como a emissão de gases de efeito estufa (GEE) (Garofalo et al., 2016; Bonassa et al., 2018), e as frequentes incertezas de produção e suprimento devido a diversos fatores, incluindo os conflitos geopolíticos, têm estimulado o desenvolvimento de fontes de matéria-prima para a produção de biocombustíveis (Mehmood et al., 2017). A relevância dessa alternativa aos combustíveis fósseis tem crescido rapidamente e pode contribuir com 9% do total de combustíveis utilizados no segmento rodoviário em 2050 (Messing; Calviño, 2012). O bioetanol derivado de material vegetal, incluindo o sorgo-sacarino, é considerado uma das alternativas promissoras para substituir os combustíveis fósseis no futuro. Assim, os biocombustíveis podem se tornar parcialmente alternativas viáveis aos derivados de petróleo (Prasad et al, 2007).

O sorgo-sacarino [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] é uma gramínea anual pertencente à família *Poaceae*. Devido à sua habilidade de armazenar açúcares no colmo (semelhante à cana-de-açúcar) e de produzir grãos (semelhante ao sorgo-granífero), é amplamente reconhecido como uma cultura viável para a produção de alimentos e bioetanol (Rao et al., 2008; Qazi et al., 2012; Eggleston et al., 2013; Madhavilatha, et al., 2017). Essa cultura, entre outras, tem as seguintes vantagens comparativas como fonte alternativa para a produção de bioetanol (Kim; Day, 2011; Kim et al., 2012; Oyier, 2017): é uma cultura multipropósito, produz grãos para alimentação (humana e animal) e como biomassa para produção de etanol; é bem adaptada a quase todas as condições de clima temperado e tropical (Kim et al., 2012); tem ciclo curto (aproximadamente 120 dias); é totalmente mecanizável (plantio por sementes, colheita mecanizada); tem colmos suculentos e ricos em açúcares diretamente fermentescíveis (principalmente sacarose, glucose e frutose) pelo fungo *Saccharomyces cerevisiae* para produção de etanol (Souza et al., 2013; Nghiem et al., 2016), o que permite sua colheita e processamento com a mesma infraestrutura de produção de etanol de cana-de-açúcar; pode produzir 60 t de colmos por hectare ou mais, dependendo da cultivar; o bagaço pode ser utilizado como fonte de energia para a industrialização, para a cogeração de eletricidade ou como forragem para alimentação de animais;

e a época de colheita ideal ocorre na entressafra da cana-de-açúcar (May et al., 2012). Nessa fase, que no Sudeste e no Centro-Oeste do Brasil, ocorre do final de novembro ao final de março, a suplementação de sorgo-sacarino ou outra matéria-prima para a produção de etanol contribui para a otimização de uso da infraestrutura das usinas (Hana et al., 2012).

O objetivo deste estudo foi avaliar a adaptação e o potencial de produção de biomassa, açúcares e etanol de cultivares de sorgo-sacarino nas condições edafoclimáticas do Distrito Federal. Este trabalho contribui para o cumprimento do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) número 7 – Energias Renováveis e Acessíveis – da Organização das Nações Unidas (ONU), particularmente da meta 7.2 (até 2030, aumentar substancialmente a participação de energias renováveis na matriz energética global).

Material e Métodos

O experimento de campo foi conduzido na Embrapa Cerrados, localizada em Planaltina, DF, Brasil (S15°36.194', W047°43.048', 1.017 m de altitude) em Latossolo Vermelho distrófico argiloso, tendo o plantio sido realizado em 30/10/2018. O delineamento foi o de blocos ao acaso com três repetições. Foram avaliadas 25 cultivares de sorgo-sacarino desenvolvidas pelo programa de melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo, sendo 23 experimentais codificadas de 201837B001 a 201837B021, CMSXS643, CMSXS646 e duas comerciais (BRS 508 e BRS 511) (Tabela 1).

Durante o período de condução do experimento, de novembro de 2018 a maio de 2019, foram registradas as seguintes variáveis climáticas na Estação Principal da Embrapa Cerrados: a média das temperaturas mínimas foi de 17,18 °C e a das temperaturas máximas foi de 28,78 °C; a precipitação média diária foi de 4,84 mm (variação de 0 mm a 52,70 mm); a média da umidade relativa mínima do ar foi de 48,13% e a da umidade relativa máxima foi de 95,69%.

As parcelas foram constituídas de duas linhas de 5 m de comprimento, espaçadas de 0,70 m. Após 22 dias do plantio, foi realizado um desbaste manual, deixando-se dez plantas por metro linear, o que resultou em uma população estimada de 142.853 plantas por hectare. O espaçamento entre as parcelas também foi de 0,70 m. Com base na análise de solo, a adubação

de plantio foi constituída de 30 kg ha⁻¹ de N, 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 120 kg ha⁻¹ de K₂O. A adubação de cobertura foi efetuada com 120 kg ha⁻¹ de N, na forma de ureia, 30 dias após o plantio. As avaliações foram conduzidas nos três metros centrais das parcelas, desconsiderando-se um metro nas extremidades, assim a área útil foi de 4,2 m². Durante o ciclo das plantas, foram efetuadas três irrigações suplementares. O controle de plantas daninhas foi efetuado com a aplicação do herbicida atrazina 50 SC (500 g/L de atrazina) com a dose de 1,5 L do ingrediente ativo por hectare e complementado com capinas manuais. O controle da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) foi realizado com Lorsban 480 BR (480 g/L de clorpirifós) na dose de 1,5 L por hectare do produto comercial.

Foram avaliados os seguintes caracteres agronômicos: florescimento (Flor) – número de dias da sementeira até o início da liberação de pólen em 50% das plantas da parcela; altura das plantas (AP, cm) – medida na época da colheita, altura média das plantas da área útil da parcela, medida da superfície do solo ao ápice da panícula; peso de massa verde total (sem panícula) (PMV, t ha⁻¹) – peso das plantas da área útil da parcela determinado pela extrapolação da pesagem de 60 plantas colhidas quando os grãos estavam no estágio de massa dura/farináceo; teor de sólidos solúveis totais (SST, percentagem de sólidos solúveis totais no caldo expressa em °Brix), determinado em um refratômetro digital Hanna para análise Brix.

Para a análise de variância (Anova), foram verificados os pressupostos de normalidade dos resíduos e a homogeneidade da variância. Para a comparação múltipla das médias, foi utilizado o teste de Scott-Knott (Scott; Knott, 1974), no nível de 5% de probabilidade. As análises foram realizadas utilizando o software estatístico R, versão 4.1.2.

Foi realizada uma análise multivariada por meio da análise de cluster para agrupar os tratamentos similares segundo as variáveis analisadas. A medida de similaridade adotada foi a Distância Euclidiana Quadrática e o método aglomerativo utilizado foi o hierárquico de ligação de Ward. De acordo com Hair et al. (2005), esse método busca fazer agrupamentos hierárquicos, em que uma medida de similaridade é usada para coalescer grupos; comumente é feita por meio da soma dos quadrados de todas as variáveis entre dois agrupamentos.

A avaliação da qualidade dos agrupamentos hierárquicos foi realizada utilizando o coeficiente de correlação cofenética (CCC), que mede o grau de preservação das distâncias emparelhadas pelo dendrograma resultante do agrupamento em relação às distâncias originais (Ferreira, 2008). Assim, o CCC mede o grau de ajuste entre a matriz de similaridade original e a matriz resultante da simplificação proporcionada pelo método de agrupamento, que é a matriz obtida após a construção do dendrograma.

A significância dos coeficientes de correlação cofenética foi calculada utilizando o teste de Mantel (1967) com 10 mil permutações, utilizando o software estatístico R, versão 4.1.2, bem como, a obtenção das matrizes de distância e o cálculo do coeficiente de correlação cofenética. Na análise, foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis para comparar os clusters encontrados.

Resultados e Discussão

De acordo com a análise de variância e o teste de Scott-Knott ($P < 0,05$), foram observadas diferenças significativas entre as cultivares para as características avaliadas: Flor (dias), AP (m), PMV ($t\ ha^{-1}$) e SST ($^{\circ}Brix$) (Tabela 1, Figura 1), o que demonstra diversidade genética entre as cultivares quanto a essas características.

Na análise de cluster, foi possível identificar as cultivares com características semelhantes, com base nas variáveis Flor, AP, PMV e SST, e ranqueá-las de acordo com a variação simultânea dessas variáveis (Figura 1). Os resultados do experimento mostraram um coeficiente de correlação cofenética (CCC) de $r = 0,892$ ($P < 0,05$), indicando um bom grau de ajuste entre o dendrograma e a matriz original.

Tabela 1. Valores médios de 25 cultivares de sorgo-sacarino para os caracteres agrônômicos altura de plantas, produção de massa verde e teor de sólidos solúveis totais avaliados em Planaltina, DF, Safra 2018/2019.

Genótipo	AP ⁽¹⁾	PMV ⁽²⁾	SST ⁽³⁾
	(m)	($t\ ha^{-1}$)	($^{\circ}Brix$)
201837B001	3,33 e	75,56 b	16,57 a
201837B002	3,17 f	59,36 c	10,13 c
201837B003	3,33 e	62,93 c	12,87 b

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Genótipo	AP ⁽¹⁾	PMV ⁽²⁾	SST ⁽³⁾
	(m)	(t ha ⁻¹)	(°Brix)
201837B004	3,47 d	71,19 b	15,50 a
201837B005	3,07 f	44,60 d	9,97 c
201837B006	3,20 f	50,63 d	10,50 c
201837B007	3,33 e	64,29 c	15,53 a
201837B008	3,17 f	50,39 d	10,00 c
201837B009	3,47 d	64,37 c	14,33 b
201837B010	3,07 f	50,56 d	10,23 c
201837B011	3,13 f	52,30 d	14,63 b
201837B012	3,13 f	79,24 b	13,37 b
201837B013	3,60 d	92,54 a	15,40 a
201837B014	4,87 a	88,01 a	13,07 b
201837B015	4,57 b	76,75 b	11,57 c
201837B016	4,27 c	75,62 b	8,90 d
201837B017	4,37 c	61,75 c	7,50 d
201837B018	4,30 c	61,98 c	9,57 c
201837B019	3,60 d	57,87 c	14,23 b
201837B020	3,07 f	57,54 c	14,27 b
201837B021	3,20 f	57,22 c	13,80 b
CMSXS643	2,80 g	58,65 c	16,30 a
CMSXS646	3,10 f	64,45 c	16,17 a
BRS 508	3,23 f	55,56c	17,23 a
BRS 511	3,03 f	69,52 b	15,80 a
Média	3,47	64,11	13,10
CV (%)	2,99	7,90	7,94

As médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

⁽¹⁾ AP = Altura das plantas.

⁽²⁾ PMV = Peso de massa verde.

⁽³⁾ SST = Teor de sólidos solúveis totais.

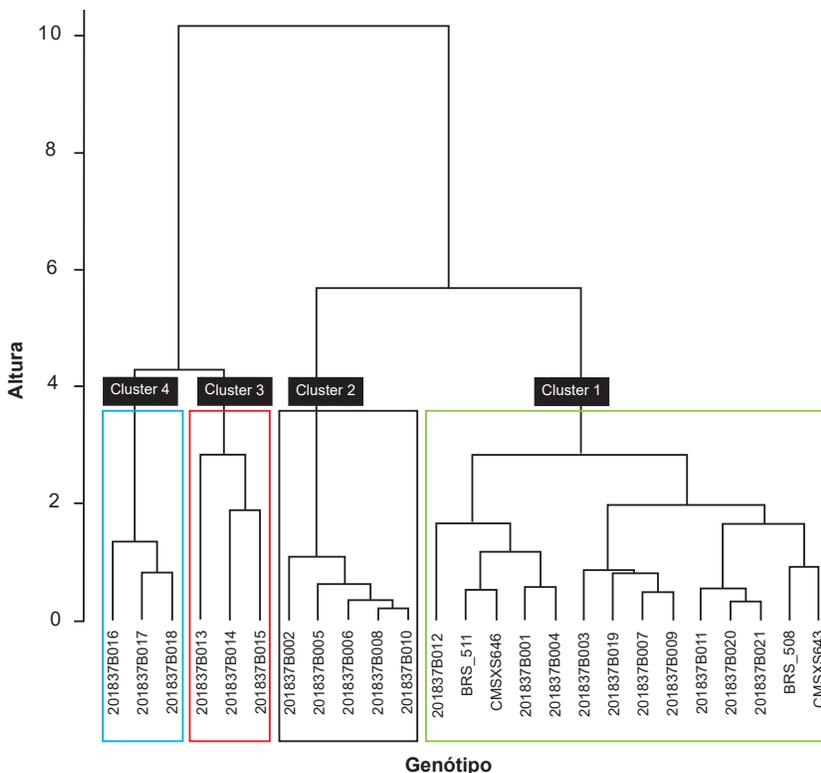


Figura 1. Dendrograma do agrupamento de genótipos segundo as variáveis FLOR, AP, PMV e SST.

Quatro agrupamentos de cultivares com características similares com base nas variáveis avaliadas foram identificados, e os grupos hierárquicos formados podem ser descritos da seguinte maneira: cluster 1 (14 cultivares), cluster 2 (5 cultivares), cluster 3 (3 cultivares) e cluster 4 (3 cultivares) (Tabela 2).

Tabela 2. Médias das variáveis florescimento (Flor, dias), altura de plantas (ALT, m), produtividade de massa verde (PMV, t ha⁻¹) e teor de sólidos solúveis totais (SST, °Brix) por agrupamento de cultivares gerados pela análise de cluster.

Cluster	N ⁽¹⁾	Flor	Altura	PMV ⁽²⁾	SST ⁽³⁾
1	14	86,8 b	3,2 b	63,6 b	15,0 a
2	5	76,8 c	3,1 b	51,1 c	10,2 b
3	3	123,0 a	4,3 a	85,8 a	13,3 a
4	3	144,3 a	4,3 a	66,4 ab	8,7 b

⁽¹⁾ N = Número de cultivares.

⁽²⁾ SST = Teor de sólidos solúveis totais.

⁽³⁾ SST = Teor de sólidos solúveis totais.

Os clusters 3 e 4 consistem nas cultivares com ciclos mais tardios, apresentando médias de 123,0 dias e 144,3 dias, respectivamente, que não diferem significativamente diferentes entre si. No entanto, esses valores são significativamente maiores do que os dos clusters 1 e 2, com valores médios de 86,8 dias e 76,8 dias, respectivamente (Kruskal-Wallis, $P < 0,05$). O grupo das cultivares tardias é composto pelas cultivares 201837B013, 201837B014, 201837B015, 201837B016, 201837B017 e 201837B018, pertencentes aos clusters 3 e 4. As cultivares do cluster 2, com uma média de 76,8 dias para o florescimento, são o grupo mais precoce, sendo significativamente diferente das cultivares do cluster 1, que têm um ciclo médio de 86,8 dias. Portanto, o grupo das precoces foi representado pelas cultivares 201837B002, 201837B005, 201837B006, 201837B008 e 201837B010 (Figura 1, Tabela 2). Logo, essas cultivares de sorgo-sacarino têm ciclos que permitem seu uso como alternativa para a produção de etanol durante a entressafra da cana-de-açúcar. Esse período é em média de 120 dias, e geralmente no período de final de novembro a final de março nos ambientes de cultivo do Cerrado.

Com relação à altura das plantas (ALT), também se destacam as cultivares dos clusters 3 e 4, que apresentam as maiores médias (4,30 m), significativamente superiores aos clusters 1 e 2, com valores médios de 3,20 e 3,10, respectivamente (Tabela 2). O grupo das cultivares mais altas, com altura média de 4,33 m, é composto pelas cultivares 201837B013, 201837B014, 201837B015, 201837B016, 201837B017 e 201837B018 (Tabela 1), pertencentes aos clusters 3 e 4. As cultivares dos clusters 1 e 2, com altura média de 3,20 m representam o grupo significativamente mais baixo, incluindo as cultivares 201837B001, 201837B002, 201837B003, 201837B004, 201837B005, 201837B006, 201837B007, 201837B008, 201837B009, 201837B010, 201837B011, 201837B012, 201837B019, 201837B020, 201837B021, CMSXS643, CMSXS646, BRS 508 e BRS 511 (Tabela 1). Em resumo, a altura média das plantas (AP) variou de 2,80 m a 4,87 m, respectivamente para CMSXS643 e 201837B014, sendo esta última significativamente mais alta, seguida de 201837B015 (4,57 m) (Tabela 1). Esse caráter é relevante nos programas de avaliação de cultivares de sorgo-sacarino para a produção de etanol, pois o rendimento de colmos está diretamente correlacionado com a produção de biomassa (Emygdio et al., 2011).

Para o caráter PMV, os clusters 3 e 4 apresentam médias, de 85,8 t ha⁻¹ e 66,4 t ha⁻¹, respectivamente, que não diferem significativamente entre si, mas são superiores aos clusters 1 e 2, cujos valores médios de 63,6 t ha⁻¹

e 51,1 t ha⁻¹, respectivamente, são significativamente diferentes entre si (Tabela 2). Os clusters 3 e 4 incluem as cultivares 201837B013 (92,54 t ha⁻¹), 201837B014 (88,01 t ha⁻¹), 201837B015 (76,75 t ha⁻¹), 201837B016 (75,62 t ha⁻¹), 201837B017 (61,75 t ha⁻¹) e 201837B018 (61,98 t ha⁻¹) (Tabela 1). Esses rendimentos estão em consonância com as metas estabelecidas pelo programa de melhoramento de sorgo (PMS) da Embrapa Milho e Sorgo, que pressupõe uma produção acima de 60 t ha⁻¹ (May et al., 2012). No entanto, 201837B012 (79,24 t ha⁻¹), 201837B004 (71,19 t ha⁻¹), BRS 511 (69,52 t ha⁻¹), CMSXS646 (64,45 t ha⁻¹), 201837B009 (64,37 t ha⁻¹), 201837B007 (64,29 t ha⁻¹) e 201837B003 (62,93 t ha⁻¹) (Tabela 1) também estão em conformidade com o PMS. Segundo Murray et al. (2009) e Souza et al. (2016), a elevada produtividade de biomassa dos genótipos de sorgo-sacarino é um fator preponderante para a produção de etanol por hectare, tendo em vista que os açúcares diretamente fermentescíveis são inteiramente extraídos da biomassa. Os resultados dessa avaliação mostram o potencial de algumas cultivares de sorgo-sacarino (Tabela 1, Figura 1) como fontes de matéria-prima para a produção de etanol de primeira geração.

No tocante aos teores de sólidos solúveis totais (SST), os clusters 1 e 3, com valores respectivos de 15,0 e 13,3, mas sem diferença significativa entre si, destacam-se relativamente aos clusters 2 e 4, que apresentam valores respectivos de 10,2 e 8,7, mas sem diferença significativa entre eles (Tabela 2). Os teores médios dessa variável variaram de 7,50% (201837B017) a 17,23% (BRS 508), e as cultivares são agrupadas em quatro grupos (Tabela 1). Nove cultivares dessa coleção apresentam médias que ultrapassaram a meta de qualidade mínima estabelecida pelo PMS da EMS, que é de 14,5 °Brix (May et al., 2012): 201837B011 (14,63 °Brix), 201837B013 (14,40 °Brix), 201837B004 (15,50 °Brix), 201837B007 (15,53 °Brix), BRS 511 (15,80 °Brix), CMSXS646 (16,17 °Brix), CMSXS643 (16,30 °Brix), 201837B001 (16,57 °Brix) e BRS 508 (17,23 °Brix) (Tabela 1). Outras três cultivares alcançam valores próximos ao mínimo estabelecido: 201837B019 (14,23 °Brix), 201837B020 (14,27 °Brix) e 201837B009 (14,33 °Brix) (Tabela 1). Resultados semelhantes foram encontrados por Porto (2021), onde a variedade BRS 508 atingiu 17,36% de SST. Vale pontuar que o teor de SST é empregado pela indústria sucroalcooleira para estimar a concentração de açúcares no caldo, incluindo a sacarose, cuja concentração é positivamente correlacionada com o teor de SST (Fiorini et al., 2016). Daí, a relevância da seleção contínua de cultivares de sorgo-sacarino com elevado SST.

Conclusões

Considerando a combinação dos caracteres rendimento de colmos por hectare e o teor de sólidos solúveis totais (SST), as cultivares 201837B001, 201837B004, 201837B013, BRS 511, CMSXS646 e 201837B007 destacaram-se como promissoras para a produção de bioetanol no ambiente estudado.

As cultivares 201837B013, 201837B014, 201837B015, 201837B016, 201837B017 e 201837B018, que compõem os clusters 3 e 4, são significativamente superiores às demais avaliadas no que se refere às variáveis altura (m) e ciclo (d).

Agradecimentos

Os autores agradecem ao pesquisador da Embrapa Cerrados, Thomaz Adolpho Rein, pela recomendação da adubação do experimento; aos assistentes de pesquisa da Embrapa Cerrados, Antônio Reinaldo da Cunha e Robson Santos Alves, pela inestimável contribuição na condução das atividades de campo e de laboratório.

Referências

- BONASSA, G.; SCHNEIDERA, L. T.; CANEVERA, V. B.; CREMONEZA, P. A.; FRIGOB, E. P.; DIETERB, J.; TELEKENB, J. G. Scenarios and prospects of solid biofuel use in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 82, p. 2363-2378, 2018.
- EGGLESTON, G.; COLE, M.; ANDRZEJEWSKI. New commercially viable Processing Technologies for the Production of Sugar Feedstocks from Sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) for Manufacture of Biofuels and Bioproducts. **Sugar Tech**, v. 15, n. 3, p. 232-249, 2013.
- EMYGDIO, B. M.; PARRELLA, R. A. C.; SCHAFFERT, R. E.; TARDIN, F. D.; MENEZES, C. B.; PACCHINELLO, P. H.; OLIVEIRA, L. N.; BARROS, L. Desempenho de cultivares de sorgo sacarino visando à produção de etanol em solos hidromórficos. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 17, n. 1, p. 53-59, 2011.
- FERREIRA, D. F. **Estatística multivariada**. Lavras: Editora UFLA, 2008. p. 389-391.
- FIORINI, I. V. A.; VON PINHO, R. G.; RESENDE, E. L.; SANTOS, A. O.; BERNARDO JÚNIOR, L. A. Y.; BORGES, I. D.; PIRES, L. P. M. Produtividade de sorgo sacarino em função de populações de plantas e de épocas de corte. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 15, n. 1, p. 105-113, 2016.

GAROFALO, P.; D'ANDREA, L.; VONELLA, A. V.; RINALDI, M.; PALUMBO, A. D. Sweet sorghum in a bioethanol supply chain: effects of different soil and nitrogen management on energy performances and greenhouse gas emissions. **Italian Journal of Agrometeorology**, v. 2, p. 15-24, 2016.

HANA, K. J.; ALISON, M. W.; PITMAN, W. D.; DAY, D. F.; KIM, M.; MADSEN, L. Planting date and harvest impact on biofuel feedstock productivity and quality of sweet sorghum grown under temperate Louisiana conditions. **Agronomy Journal**, v. 104, n. 6, p. 1618-1624, 2012.

HAIR JUNIOR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Análise multivariada de dados**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 594 p.

KIM, M.; DAY, D. F. Composition of sugarcane, energy cane, and sweet sorghum suitable for ethanol production at Louisiana sugar mills. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, v. 38, p. 803-807, 2011.

KIM, M.; HAN, K. J.; JEONG, Y.; DAY, D. F. Utilization of Whole Sweet Sorghum Containing Juice, Leaves, and Bagasse for Bio-ethanol Production. **Food Science and Biotechnology**, v. 21, n. 4, p. 1075-1080, 2012.

MADHAVILATHA, L.; RAO, M. S.; MADHURI, K. V. Evaluation of improved sweet sorghum genotypes for yield and juice quality traits. **International Journal of Clinical and Biological Sciences**, v. 2, n. 1, p. 50-54, 2017.

MANTEL, N. The detection of disease clustering and generalized regression approach. **Cancer Research**, v. 27, n. 2, p. 209-220, 1967.

MAY, A.; CAMPANHA, M. M.; SILVA, A. F.; COELHO, M. A. O.; PARRELLA, R. A. C.; SCHAFFERT, R. E.; PEREIRA FILHO, I. A. Variedades de sorgo sacarino em diferentes espaçamentos e população de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 11, n. 3, p. 278-290, 2012.

MEHMOOD, M. A.; IBRAHIM, M.; RASHID, U.; NAWAZ, M.; ALI, S.; HUSSAIN, A.; GULI, M. Biomass production for bioenergy using marginal lands. **Sustainable Production and Consumption**, v. 9, p. 3-21, 2017.

MESSING, J.; CALVIÑO, M. Sweet sorghum as model system for bioenergy crops. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 23, n. 3, p. 323-329, 2012.

MURRAY, S. C.; ROONEY, W. L.; HAMBLIN, M. T.; MITCHELL, S. E.; KRESOVICH, S. Sweet sorghum genetic diversity and association mapping for Brix and height. **The Plant Genome**, v. 2, n. 1, p. 48-62, 2009.

NGHIEM, N. P.; MONTANTI, J.; JOHNSTON, D. B. Sorghum as a renewable feedstock for production of fuels and industrial chemicals **AIMS Bioengineering**, v. 3, p. 75-91, 2016.

OYIER, M. O.; OWUOCHE, J. O.; OYOO, M. E.; CHERUIYOT, E.; MULIANGA, B.; RONO, J. Effect of Harvesting Stage on Sweet Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) Genotypes in Western Kenya. **The Scientific World Journal**, v. 2017, ID 8249532 <https://doi.org/10.1155/2017/8249532>, 2017, 10 p.

PORTO, F. L. **Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de sorgo sacarino**. 2021. 33 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado do Mato Grosso do Sul, Sinop, 2021.

PRASAD, S.; SINGH, A.; JAIN, N.; JOSHI, H. C. Ethanol production from sweet sorghum syrup for utilization as automotive fuel in India. **Energy & Fuels**, v. 21, p. 2415-2420, 2007.

QAZI, H. A.; PARANJBE, S.; BHARGAVA, S. Stem sugar accumulation in sweet sorghum- Activity and expression of sucrose metabolizing enzymes and sucrose transporters. **Journal of Plant Physiology**, v. 169, p. 605-613, 2012.

RAO, S. S.; SEETHARAMA, N.; RATNAVATHI, C. V.; DAYAKAR, R. B.; UMAKANTH, A. V. Utilizing sweet sorghum as an alternative energy crop for bioethanol production: agrotechnology and pre-commercialization in liaison agroindustries. **Advanced Biotechnology**, v. 5, p. 46-47, 2008.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v. 30, p. 507-512, 1974.

SOUZA, V. P.; PARRELLA, R. A. C.; TARDIN, F. D.; COSTA, M. R.; CARVALHO JUNIOR, G. A.; SCHAFFERT, R. E. Adaptability and stability of sweet sorghum cultivars. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 13, p. 144-151, 2013.

SOUZA, R. S.; PARRELLA, R. A. C.; SOUZA, V. P.; PARRELLA, N. N. L. D. Maturation curves of sweet sorghum genotypes. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 40, n. 1, p. 46-56, 2016.

Embrapa

Cerrados

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA E
PECUÁRIA

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

CGPE 018216