

Planaltina, DF / Junho, 2024

## Seleção de híbridos experimentais de sorgo biomassa em Planaltina, DF, safra 2017/2018

José de Ribamar Nazareno dos Anjos<sup>(1)</sup>, Juaci Vitória Malaquias<sup>(2)</sup> e Rafael Augusto da Costa Parrella<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Pesquisador, Embrapa Cerrados, Planaltina, DF. <sup>(2)</sup> Analista, Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.

<sup>(3)</sup> Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

**Resumo** – O objetivo desse trabalho foi avaliar a adaptação geográfica e climática, bem como o potencial de produção de 25 híbridos de sorgo biomassa [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] nas condições edafoclimáticas do Distrito Federal. O experimento foi conduzido na Embrapa Cerrados, localizada em Planaltina, DF, Brasil, durante a safra 2017/2018, em Latossolo Vermelho distrófico argiloso, utilizando delineamento experimental de blocos ao acaso com três repetições. As variáveis analisadas foram florescimento (Flor, dias), altura das plantas (ALT, m), produção de massa verde (PMV, kg ha<sup>-1</sup>), produção de matéria seca (PMS, kg ha<sup>-1</sup>) e porcentagem de matéria seca (MS, %). A verificação estatística da significância dos tratamentos foi feita em análise de variância (Anova), que indicou diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os híbridos para todas as características avaliadas. A comparação das médias foi realizada pelo teste de Scott-Knott, com nível de significância de 5%. Para a PMV, foi observada a formação de quatro grupos distintos com variação de médias entre 70,59 t ha<sup>-1</sup> (201737B013) e 25,23 t ha<sup>-1</sup> (Volumax). Para a PMS, verificou-se a formação de quatro grupos estatisticamente diferentes, com médias variando de 5,72 a 23,85 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente para Volumax e 201737B012. O ciclo dos híbridos variou de 72 dias (BRS 655) a 146 dias (201737B008 e 201737B006). Neste experimento, os híbridos que se destacaram foram 201737B010, 201737B012 e 201737B013, apresentando potencial produtivo como fontes de biomassa para a cogeração de energia renovável.

**Termos para indexação:** *Sorghum bicolor*, produção de massa verde e massa seca, porcentagem de massa seca.

## Selection of biomass sorghum hybrids in Planaltina, DF, Brazil, season 2017/2018

**Abstract** – With the purpose of identifying high-yielding biomass sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] hybrids under the edaphoclimatic conditions of the Federal District, Brazil, twenty five hybrids were evaluated. An experiment was conducted in the 2017/2018 season at Embrapa Cerrados, Planaltina, Federal District, in a clayey Oxisol (Dystrophic Red Latosol), with a randomized block design with three replications. Traits such as plant height (ALT), fresh biomass yield (PMV), dry biomass yield (PMS), dry matter percentage (MS)

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

Comitê Local de Publicações  
Presidente  
Eduardo Alano Vieira  
Secretário-executivo  
Gustavo José Braga  
Membros  
Alessandra Silva Gelape Faleiro,  
Edson Eyji Sano, Fábio Gelape  
Faleiro, Jussara Flores de Oliveira  
Arbues, Kleberon Worsley Souza  
e Ranyse Barbosa Quirino da Silva

Edição executiva e  
revisão de texto  
Jussara Flores O. Arbues  
Normalização bibliográfica  
Marilaine Schaun Pelufé  
(CRB-1/2045)  
Projeto gráfico  
Leandro Sousa Fazio  
Diagramação  
Jussara Flores O. Arbues  
Publicação digital: PDF

Todos os direitos  
reservados à Embrapa.

and flowering (FLOR) (number of days from sowing until the beginning of pollen release in 50% of the plants) were evaluated. The statistical evaluation of the significance of the differences between hybrids was performed by analysis of variance (Anova). To compare the means, the Scott-Knott grouping test was performed at 5% probability. Regarding PMV, four groups of hybrids were observed, with individual hybrids ranging between 70.59 t ha<sup>-1</sup> (201737B013) and 25.23 t ha<sup>-1</sup> (Volumax). For PMS, the means ranged from 5.72 to 23,85 t ha<sup>-1</sup>, respectively for Volumax and 201737B012. The hybrids cycle ranged from 72 (BRS 655) to 146 days (201737B008 and 201737B006). The hybrids that stood out were 201737B010, 201737B012 and 201737B013 showing productive potential as biomass sources for cogeneration of renewable energy in the studied environment.

**Index terms:** *Sorghum bicolor*, fresh biomass yield, dry matter yield, dry matter percentage.

## Introdução

A crescente demanda mundial por suprimento de energia pressiona as reservas de combustíveis fósseis, que, por diversas razões, incluindo a geopolítica do petróleo, podem ter seu fornecimento reduzido, causando assim insegurança energética (Edrisi; Abhilash, 2016; Mehmood et al., 2017). Ademais, o consumo de combustíveis fósseis aumenta a emissão de CO<sub>2</sub> e contribui para as mudanças climáticas (Mehmood et al., 2017). Por consequência, a necessidade de desenvolvimento de novas fontes de fornecimento de energia é crescente, notadamente para reduzir a dependência mundial da queima de combustíveis fósseis (Rocateli et al., 2012; Suryaningsih; IRHAS, 2014). Nesse cenário de demanda, insere-se a necessidade de uso de biomassa para a geração de energia no Brasil e em outros países, tanto para a produção de etanol quanto para a cogeração de energia elétrica (Silva et al., 2016), em cujo contexto, o sorgo biomassa [*Sorghum bicolor* (L) Moench] insere-se como matéria-prima promissora.

As principais vantagens do sorgo biomassa como fonte de energia são: alto rendimento energético por hectare; totalmente mecanizável do plantio à colheita; estabelecido por sementes; sistemas de produção agrícola conhecidos; ciclo curto (5 a 6 meses); tolerância à seca (Parrella et al., 2011; Simeone et al., 2018); versatilidade como fonte de amido para etanol de segunda geração e lignocelulose para combustão; alto poder calorífico e

ampla adaptabilidade (Castro, 2014; Vendruscolo et al., 2016; Silva et al., 2022). No Brasil, devido às condições hidrológicas desfavoráveis no passado, houve redução no fornecimento de energia gerada por usinas hidroelétricas (May et al., 2016) com o consequente aumento na geração térmica, em cujas fontes inclui-se o sorgo biomassa, que pode ser colhido na entressafra da cana-de-açúcar, quando há escassez de bagaço.

Com o intuito de atender à característica de alto rendimento energético por hectare, o Programa de Melhoramento de Sorgo da Embrapa Milho e Sorgo (PMEMS) desenvolveu híbridos de sorgo biomassa sensíveis ao fotoperíodo, com potencial superior a 50 t ha<sup>-1</sup> (Parrella et al., 2011). Nesse tipo de sorgo, a floração tardia e o longo período de crescimento vegetativo é uma característica essencial para o acúmulo de biomassa (Rooney et al., 2007; Murphy et al., 2014).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a adaptação geográfica e climática, e o potencial de produção de 25 híbridos de sorgo nas condições edafoclimáticas do Distrito Federal: 21 híbridos experimentais de sorgo biomassa desenvolvidos pelo PMEMS e quatro híbridos comerciais usados como testemunhas: BRS 716, biomassa (PMEMS); N52K1009, biomassa (NextSteppe); BRS 655, forrageiro (PMEMS) e Volumax, forrageiro (Agrocere).

## Material e métodos

O experimento de campo foi conduzido na Embrapa Cerrados, localizada em Planaltina, Distrito Federal, Brasil (S15°36.194', W047°43.048', 1.017 m de altitude), em um solo do tipo Latossolo Vermelho distrófico argiloso. O plantio foi realizado manualmente em 21/11/2017, em um delineamento de blocos ao acaso com três repetições. Foram avaliados um total de 25 híbridos: 21 experimentais desenvolvidos pelo Programa de Melhoramento de Sorgo da Embrapa Milho e Sorgo (PMEMS) (do 201737B001 ao 201737B021) e quatro híbridos comerciais utilizados como testemunhas: BRS 716 (biomassa, PMEMS), N52K1009 (biomassa, NextSteppe), BRS 655 (forrageiro, PMEMS) e Volumax (forrageiro, Agrocere).

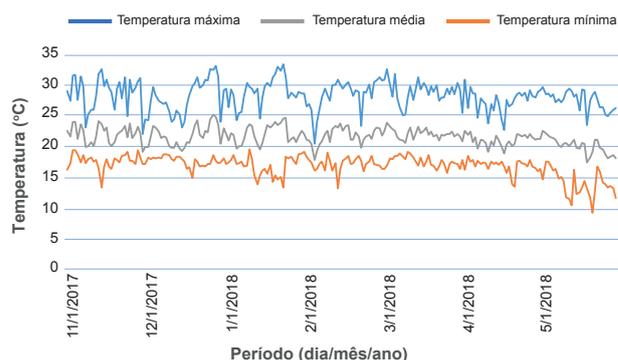
As parcelas foram constituídas de duas linhas de 5 m de comprimento, espaçadas de 0,70 m, tendo sido realizado desbaste manual 28 dias após o plantio, deixando-se 8 plantas por metro linear, totalizando uma população aproximada de 114.285 plantas por hectare. Amostras de solo compostas foram coletadas na profundidade de 0 a 20 cm, efetuando-se a análise química anterior à instalação do

experimento, que evidenciou valores de pH ( $H_2O$ ) = 6,07; P (Mehlich1 – espectrofotometria) mg/L = 9,07; K (fotômetro de chama) mg/L = 128,00; Ca (absorção atômica) me/100 cc = 3,12; mg (absorção atômica) me/100 cc = 1,67; Al-trocável (titulometria) me/100 cc = 0,07; MO (Walkley & Black) % = 2,06; H + Al - acidez titulável (titulometria) me/100 cc = 5,03; CTC (total) [Ca + Mg + (K/391) + (H + Al)] = 10,15; CTC (efetiva) [(Ca+Mg) + (K/391) + Al] = 5,18; = SB (Ca + Mg) + (K/391) = 5,11; V (%) (100 x SB/CTC total) = 50,39.

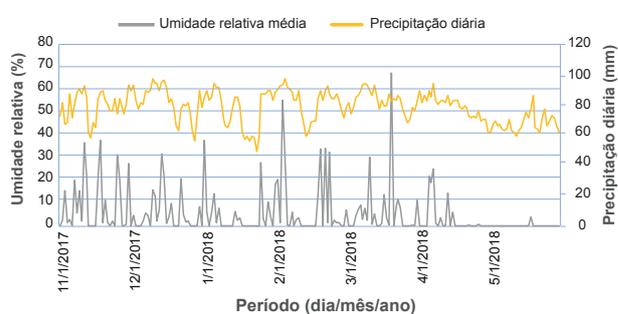
Baseado na análise de solo, foi aplicada adubação a lanço com uma mistura de 43 kg ha<sup>-1</sup> de N, 90 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 74 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, incorporada com grade niveladora. A adubação de cobertura foi efetuada com 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de ureia, 30 dias após o plantio. As avaliações foram realizadas nos 3 m centrais das parcelas, desconsiderando-se 1 m nas extremidades, totalizando uma área útil de 4,2 m<sup>2</sup>.

Durante o período de condução do experimento, de novembro de 2017 a maio de 2018, foram registradas as seguintes variáveis climáticas na Estação Climatológica Principal da Embrapa Cerrados (Planaltina, DF): a média das temperaturas mínimas foi de 16,9 °C, a média das temperaturas médias foi de 21,5 °C e a média das temperaturas máximas foi de 28,0 °C (Figura 1); a precipitação média diária foi de 3,9 mm, com máximo registrado de 57,9 mm; a umidade relativa máxima foi de 97,3%, com média de 75,6% e mínima de 53,4% (Figura 2).

Os caracteres agrônômicos avaliados neste estudo incluíram florescimento (Flor, dias), número de dias da semeadura até o início da liberação de pólen em 50% das plantas da parcela; altura de plantas (ALT, m) na época da colheita, altura média de dez plantas escolhidas aleatoriamente na área útil de cada parcela, medida da superfície do solo ao ápice da panícula; produção de massa verde (sem panícula) (PMV, t ha<sup>-1</sup>), peso das plantas da área útil da parcela determinado pela extrapolação da pesagem de 48 plantas colhidas quando os grãos estavam no estágio de massa dura/farináceo; produção de matéria seca total (PMS t ha<sup>-1</sup>), produto da PMV pela percentagem de matéria seca das amostras das parcelas. Para isso, cinco plantas sem panículas, escolhidas ao acaso, foram picadas em máquina forrageira do tipo desintegradora, picadora e moedora (DPM 500). Em seguida, 500 g de massa acondicionadas em saco de papel, foram colocadas em estufa a 65 °C, onde permaneceram até que o peso se tornasse constante.



**Figura 1.** Temperaturas máxima, mínima e média observadas no período de novembro de 2017 a maio de 2018, na estação principal da Embrapa Cerrados.



**Figura 2.** Umidade relativa e precipitação registradas no período de novembro de 2017 a maio de 2018, na estação principal da Embrapa Cerrados.

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 probabilidade de 5%. As análises foram realizadas pelo software estatístico R, versão 4.1.2.

Para a variável Flor, foi realizada uma análise multivariada via análise de cluster, juntamente com as demais variáveis. Os clusters agruparam 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 Junior et al. (2005), esse método busca fazer agrupamentos hierárquicos, em que uma medida de similaridade é usada para coalescer grupos; comumente é feita pela soma dos quadrados de todas as variáveis entre dois agrupamentos. Também, foi aplicado o coeficiente de correlação cofenética (CCC) para avaliar o grau de ajuste do agrupamento gerado com os dados originais. 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 os genótipos avaliados para as características agrônômicas altura de plantas (ALT, m), produção de massa verde (PMV, t ha<sup>-1</sup>), percentagem de matéria seca (MS, %) e produção de matéria seca (PMS, t ha<sup>-1</sup>) (Tabela 1). Esses resultados destacam a diversidade genética entre os genótipos em relação a essas características.

Os coeficientes de variação ficaram abaixo de 10%, resultado que indica alta precisão experimental para os caracteres analisados (Tabela 1).

Na análise de cluster, foi possível identificar genótipos com características significativamente similares para a variável Flor (dias) (Figura 3, Tabela 2).

**Tabela 1.** Valores médios para a altura de plantas (ALT), produção de massa verde (PMV), percentagem de matéria seca (MS) e produção de matéria seca (PMS) de genótipos de sorgo biomassa, Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, safra 2017/2018.

| Genótipo   | ALT <sup>(1)</sup><br>(m) | PMV <sup>(2)</sup><br>(t ha <sup>-1</sup> ) | MS <sup>(3)</sup><br>(%) | PMS <sup>(4)</sup><br>(t ha <sup>-1</sup> ) |
|------------|---------------------------|---|--------------------------|---|
| 201737B011 | 6,40 a                    | 53,87 b                                     | 34,87 a                  | 18,77 b                                     |
| 201737B013 | 6,30 a                    | 70,59 a                                     | 31,80 b                  | 22,45 a                                     |
| 201737B009 | 6,22 a                    | 60,44 a                                     | 31,80 b                  | 19,22 b                                     |
| 201737B005 | 6,09 a                    | 63,88 a                                     | 33,67 a                  | 21,51 a                                     |
| 201737B010 | 6,04 a                    | 64,96 a                                     | 35,73 a                  | 23,21 a                                     |
| 201737B020 | 6,03 a                    | 46,45 c                                     | 25,13 c                  | 11,67 c                                     |
| 201737B001 | 6,00 a                    | 50,40 c                                     | 35,07 a                  | 17,68 b                                     |
| 201737B012 | 5,74 b                    | 65,40 a                                     | 36,47 a                  | 23,85 a                                     |
| 201737B018 | 5,72 b                    | 64,61 a                                     | 32,67 b                  | 21,10 a                                     |
| 201737B019 | 5,65 c                    | 62,18 a                                     | 32,67 b                  | 20,31 a                                     |
| 201737B003 | 5,60 c                    | 49,09 c                                     | 36,00 a                  | 17,67 b                                     |
| 201737B015 | 5,55 c                    | 46,28 c                                     | 29,07 b                  | 13,45 c                                     |
| 201737B016 | 5,51 c                    | 53,65 b                                     | 32,87 b                  | 17,63 b                                     |
| 201737B014 | 5,47 c                    | 56,31 b                                     | 31,33 b                  | 17,64 b                                     |
| 201737B007 | 5,45 c                    | 48,05 c                                     | 33,33 b                  | 16,01 b                                     |
| 201737B017 | 5,45 c                    | 58,49 a                                     | 32,53 b                  | 19,03 b                                     |
| 201737B004 | 5,36 d                    | 54,60 b                                     | 31,00 b                  | 16,92 b                                     |
| 201737B002 | 5,32 d                    | 64,01 a                                     | 31,67 b                  | 20,27 a                                     |
| BRS716     | 5,28 d                    | 63,53 a                                     | 33,00 b                  | 20,96 a                                     |
| 201737B006 | 5,21 d                    | 53,67 b                                     | 34,53 a                  | 18,53 b                                     |
| 201737B021 | 5,14 d                    | 52,10 b                                     | 23,20 c                  | 12,10 c                                     |
| 201737B008 | 5,07 d                    | 50,26 c                                     | 33,80 a                  | 16,98 b                                     |
| N52K1009   | 4,42 e                    | 60,87 a                                     | 26,13 c                  | 15,91 b                                     |
| Volumax    | 3,12 f                    | 25,23 d                                     | 24,00 c                  | 6,05 d                                      |
| BRS655     | 2,44 g                    | 28,59 d                                     | 20,00 d                  | 5,72 d                                      |
| Média      | 5,38                      | 54,70                                       | 31,29                    | 17,38                                       |
| CV(%)      | 3,80                      | 7,19  | 4,73                     | 8,31  |

<sup>(1)</sup> ALT = altura de plantas.

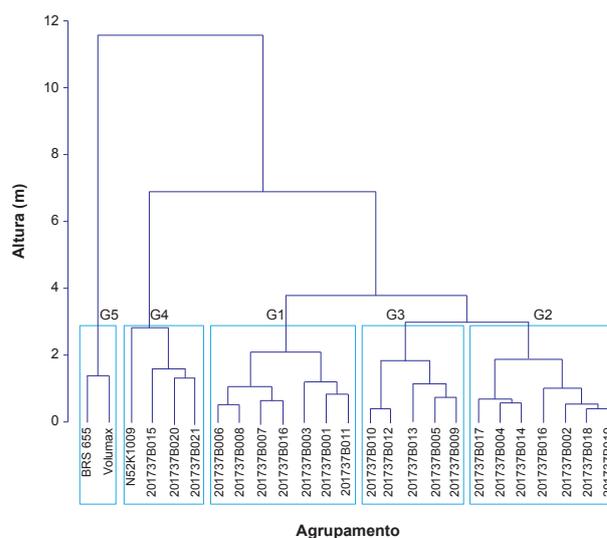
<sup>(2)</sup> PMV = produção de massa verde.

<sup>(3)</sup> MS = percentagem de matéria seca.

<sup>(4)</sup> PMS = produção de matéria seca.

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

O agrupamento dos híbridos por grupos similares foi realizado segundo as variáveis ALT (m), PMV (t ha<sup>-1</sup>), MS (%), PMS (t ha<sup>-1</sup>) e Flor (dias) (Figura 3). Na análise de variância, o ranqueamento dos genótipos foi individualizado por variável. Na análise de cluster, há a possibilidade de, além de identificar genótipos com características similares, ranqueá-los segundo as cinco variáveis analisadas simultaneamente. Para avaliar a qualidade dos agrupamentos hierárquicos, utilizou-se o coeficiente de correlação cofenética (CCC), que, segundo Ferreira (2008), mede o grau de preservação das distâncias emparelhadas pelo dendrograma resultante do agrupamento em relação às distâncias originais. Ou seja, 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. Os dados apresentaram um coeficiente CCC de  $r = 0,918$ , indicando um bom grau de ajuste entre o dendrograma e a matriz original.



**Figura 3.** Dendrograma do agrupamento de genótipos segundo as variáveis ALT (m), PMV (t ha<sup>-1</sup>), MS (%), PMS (t ha<sup>-1</sup>) e Flor (dias).

Foram identificados cinco agrupamentos de genótipos similares segundo as variáveis analisadas (Figura 3). A formação de grupos hierárquicos dos híbridos foi a seguinte: cluster 1 (sete híbridos); cluster 2 (sete híbridos); cluster 3 (cinco híbridos); cluster 4 (quatro híbridos); e cluster 5 (dois híbridos) (Tabela 2).

Para a variável Flor, segundo o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, os clusters 1 e 3 foram os que apresentaram significativamente os híbridos com os maiores valores para os ciclos médios, variando de 134,3 a 138,60 dias entre o plantio e o

florescimento, o que os caracteriza como os mais tardios em relação aos outros agrupamentos (Tabela 2). A longevidade do ciclo desses híbridos deve-se à sua sensibilidade ao fotoperíodo, razão pela qual seu florescimento é retardado (a indução floral ocorre quando o comprimento do dia se torna menor que 12 horas e 20 minutos) (Parrella et al., 2010; Wight et al., 2012). Meki et al. (2017) pontuam que essa característica (sensibilidade ao fotoperíodo) permite que a planta acumule o máximo de biomassa quando cultivada no período de dias longos, daí sua importância para as cultivares de sorgo destinadas à cogeração de energia. Do ponto de vista econômico, maiores ganhos de biomassa sempre serão desejáveis no cultivo desse tipo de sorgo, logo, o manejo deve ser feito de tal forma que as plantas continuem

a crescer vegetativamente por períodos mais longos antes da colheita. Nesse sentido, o PMEMS vem desenvolvendo híbridos de sorgo biomassa sensíveis ao fotoperíodo com alto potencial de produção de biomassa visando o fornecimento de matéria-prima para a cogeração de energia (Parrella et al., 2010). O cluster 5 agrupou os híbridos BRS 655 e Volumax, com ciclos médios de 78,5 dias, mas não se diferenciou significativamente do cluster 4, sendo esses grupos os mais precoces (Tabela 2). O cluster 3 destacou-se por agrupar os híbridos com os maiores valores médios estatisticamente significativos para todas as variáveis: Flor, ALT, PMV, MS e PMS. Para PMV, os clusters 2 e 3 destacaram-se, mas não houve diferença estatisticamente significativa entre eles (Tabela 2).

**Tabela 2.** Médias das variáveis florescimento (Flor, dias), altura de plantas (ALT, m), produção de massa verde (PMV, t ha<sup>-1</sup>), percentagem de matéria seca (MS, %), e produção de matéria seca (PMS, t ha<sup>-1</sup>) por agrupamento de genótipos gerados pela análise de cluster.

| Cluster | N | Flor <sup>(1)</sup><br>(d) | ALT <sup>(2)</sup><br>(m) | PMV <sup>(3)</sup><br>(t ha <sup>-1</sup> ) | MS <sup>(4)</sup><br>(%) | PMS <sup>(5)</sup><br>(t ha <sup>-1</sup> ) |
|---------|---|----------------------------|---------------------------|---|--------------------------|---|
| G1      | 7 | 134,43 a                   | 5,61 b                    | 51,28 b                                     | 34,35 a                  | 17,60 c                                     |
| G2      | 7 | 125,29 b                   | 5,46 b                    | 60,53 a                                     | 32,12 b                  | 19,45 b                                     |
| G3      | 5 | 138,60 a                   | 6,08 a                    | 65,05 a                                     | 33,89 a                  | 22,06 a                                     |
| G4      | 4 | 105,75 c                   | 5,29 bc                   | 51,43 bc                                    | 25,88 c                  | 13,29 d                                     |
| G5      | 2 | 78,50 c                    | 2,77 c                    | 26,91 c                                     | 22,00 c                  | 5,88 d                                      |

<sup>(1)</sup> Flor = florescimento.

<sup>(2)</sup> ALT = altura de plantas.

<sup>(3)</sup> PMV = produção de massa verde.

<sup>(4)</sup> MS = percentagem de matéria seca.

<sup>(5)</sup> PMS = produção de matéria seca.

Letras minúsculas diferentes na coluna indicam diferença significativa entre os agrupamentos gerados pela análise de cluster, segundo o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, ao nível de probabilidade de 5%.

A altura das plantas (ALT) variou de 2,44 a 6,40 m, sendo BRS 655 (2,44 m) e Volumax (3,12 m) os híbridos de menor porte (insensíveis ao fotoperíodo). O híbrido que apresentou o maior porte foi o 201737B011, com 6,40 m, mas não diferiu significativamente de 201737B013, 201737B009, 201737B005, 201737B010, 201737B020 e 201737B001 (Tabela 1). A altura das plantas é considerada um bom indicador de matéria seca em sorgo sensível ao fotoperíodo, visto que essa característica retarda o florescimento das plantas, o que resulta em período vegetativo mais longo, contribuindo para maior crescimento e produção de massa verde (Habyarimana et al., 2004; Wight et al., 2012; Castro, 2015).

Para a variável PMV, foi observada a formação de quatro grupos pelo teste de Scott-Knott, com variação de médias entre 70,59 t ha<sup>-1</sup> (201737B013) e 25,23 t ha<sup>-1</sup> (Volumax), que não diferiu significativamente de BRS 655

(28,59 t ha<sup>-1</sup>) (Tabela 1). Os híbridos 201737B009, 201737B005, 201737B010, 201737B012, 201737B018, 201737B019, 201737B017, 201737B002, BRS 716 e N52K1009 não diferiram significativamente do híbrido 201737B013 (Tabela 1). Os híbridos de sorgo forrageiro BRS 655 (28,59 t ha<sup>-1</sup>) e Volumax (25,23 t ha<sup>-1</sup>), usados como testemunhas, provavelmente em virtude da insensibilidade ao fotoperíodo, apresentaram menor porte e período vegetativo mais curto, refletindo em menor produção de massa verde (Parrella et al., 2010; Pereira et al., 2012; Castro, 2015), sendo os menos produtivos (Tabela 1).

As médias dos teores de matéria seca (MS%) variaram de 36,47% (201737B012) a 20,00% (BRS 655) (Tabela 1). Para a produção de matéria seca (PMS), verificou-se a formação de quatro grupos pelo teste de Scott-Knott (Tabela 1), cujas médias variaram de 5,72 a 23,85 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente para Volumax e 201737B012, que não diferiu significativamente dos

híbridos 201737B013, 201737B005, 201737B010, 201737B018, 201737B019, 201737B002 e BRS 716 (Tabela 1). O híbrido N52K1009, apesar da elevada produção de massa verde (60,87 t ha<sup>-1</sup>), em razão da baixa percentagem de MS (26,13%), apresentou baixa PMS (15,91 t ha<sup>-1</sup>), o que limita seu uso como fonte de biomassa para geração de energia em comparação com outros híbridos. A PMS demonstra o potencial dos híbridos para a cogeração de energia, sendo uma característica relevante para sorgo biomassa. Os baixos rendimentos dos genótipos forrageiros BRS 655 e Volumax relativamente aos demais (Tabela 1) devem-se ao fato de terem apresentado menor ciclo, ou seja, menos dias até o florescimento, resultando em período vegetativo curto e menores médias de altura de plantas.

## Conclusão

Considerando a variável produtividade de matéria seca (PMS), os híbridos 201737B012 (23,85 t ha<sup>-1</sup>), 201737B010 (23,21 t ha<sup>-1</sup>) e 201737B013 (22,45 t ha<sup>-1</sup>) demonstram o potencial do sorgo biomassa como uma cultura promissora para produção de biomassa visando a cogeração de energia renovável.

## Agradecimentos

Ao pesquisador da Embrapa Cerrados, Thomaz Adolpho Rein, pela recomendação da adubação do experimento, e 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

- CASTRO, F. M. R.; BRUZI, A. T.; NUNES, J. A. R.; PARRELLA, R. A. C.; LOMBARDI, G. M. R.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; LOPES, M. Agronomic and Energetic Potential of Biomass Sorghum Genotypes. *American Journal of Plant Science*, v. 6, p. 1862-1873, 2015.
- CASTRO, F. M. R. **Potencial agrônomo e energético de híbridos de sorgo biomassa**. 84 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2014.
- EDRISI, S. A.; ABHILASH, P. C. Exploring marginal and degraded lands for biomass and bioenergy production: an Indian scenario. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 54, p. 1537-1551, 2016.
- FERREIRA, D. F. **Estatística multivariada**. Lavras: Editora UFLA, 2008. p. 389-391.
- HABYARIMANA, E.; LAURETI, D.; De NINNO, M.; LORENZONI, C. Performance of biomass sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] under different water regimes in Mediterranean region. *Industrial Crops and Products*, v. 20, p. 23-28, 2004.
- 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.
- MAY, A.; SOUZA, V. F.; GRAVINA, G. A.; FERNANDES, P. G. Espaçamento entrelinhas e população de plantas no desempenho produtivo do sorgo biomassa. *Ciência Rural*, v. 46, n. 3, p. 434-439, 2016.
- MEHMOOD, M. A.; IBRAHIM, M.; RASHID, U.; NAWAZ, M.; ALI, S.; HUSSAIN, A.; GULL, M. Biomass production for bioenergy using marginal lands. *Sustainable Production and Consumption*, v. 9, p. 3-21, 2017.
- MEKI, M. N.; OGOSHI, R. M.; KINIRY, J. R.; CROW, S. E.; YOUKHANA, A. H.; NAKAHATA, M. H.; LITTEJOHN, K. Performance evaluation of biomass sorghum in Hawaii and Texas. *Industrial Crops & Products*, v. 103, p. 257-266, 2017.
- MURPHY, R. L.; MORISHIGE, D. T.; BRADY, J. A.; ROONEY, W. L.; YANG, S.; KLEIN, P. E.; MULLET, J. E. *Ghd1 (Ma6)* Represses Sorghum Flowering in Long Day: *Ghd1* Alleles Enhance Biomass Accumulation and Grain Production. *Alliance of Crop, The Plant Genome*, v. 7, n. 2, p. 1-15, 2014.
- PARRELLA, R. A. C.; RODRIGUES, J. A. S.; TARDIN, F. D.; DAMASCENO, C. M. B.; SCHEFFERT, R. E. **Desenvolvimento de híbridos de sorgo sensíveis ao fotoperíodo visando alta produtividade de biomassa**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 23 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 28).
- PARRELLA, R. A. C.; SCHAFFERT, R. E.; MAY, A.; EMYGDIO, B.; PORTUGAL, A. F.; DAMASCENO, C. M. B. **Desempenho agrônomo de híbridos de sorgo biomassa**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 19 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 41).
- PEREIRA, G. de A.; PARRELLA, R. A. da C.; PARRELLA, N. N. N. L. D.; SOUSA, V. F.; SCHAFFERT, R. E.; COSTA, R. K. Desempenho agrônomo de híbridos de sorgo biomassa. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012, Águas de Lindóia. **Diversidade e inovações na era dos transgênicos**: resumos expandidos. Campinas: Instituto Agrônomo; Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2012. p. 82-88. 1 CD-ROM.
- ROCATELI, A. C.; RAPER, R. L.; BALKOM, K. S.; ARRIAGA, F. J.; BRANSBY, D. I. Biomass sorghum

production and components under different irrigation/ tillage systems for the southeastern U.S. **Industrial Crops and Products**, v. 36, p. 589-598, 2012.

ROONEY, W. L.; BLUMENTHAL, J.; BEAN, B.; MULLET, J. E. Designing sorghum as a dedicated bioenergy feedstock. **Biofuels, Bioproducts & Biorefining**, v. 1, n. 2, p. 147-157, 2007.

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.

SILVA, A. L.; TARDIN, F. D.; ROTTA, G. W.; BALDONI, A. B.; BARELLI, M. A. A.; SILVA, A. F.; GONÇALVES, D. B.; SILVA, F. B.; RIBEIRO, J. R. D.; PARRELLA, R. A. C. Characterization of biomass sorghum cultivars aiming to generate energy for the north region of Mato Grosso, Brazil. **Nativa**, v. 4, n. 3, p. 175-178, 2016.

SILVA, D. A.; OLIVEIRA, A. J.; OLIVEIRA, T. C.; MORAIS, L. C. P.; LIMA, F. R. D.; SILVA, V. P.; ELIAS, J. C. F.; TARDIN, F. D.; BARELLI, M. A. A. Desempenho agrônômico de híbridos de sorgo biomassa avaliados

na mesorregião centro-sul mato-grossense. **Research, Society and Development**, v. 1, n. 8, p. 1-7, 2022.

SIMEONE, M. L. F.; PARRELLA, R. A. C.; MAY, A.; SCHAFFERT, R. E. Produção e caracterização de pellets de sorgo biomassa. **Brazilian Applied Science Review**, v. 4, n. 5, p. 1682-1695, 2018.

SURYANINGSIH, R.; IRHAS. Bioenergy plants in Indonesia: sorghum for producing bioethanol as an alternative energy substitute of fossil fuels. **Energy Procedia**, v. 47, p. 211-216, 2014.

VENDRUSCOLO, T. P. S.; BARELLI, M. A. A.; CASTRILLON, M. A. S.; SILVA, R. S.; OLIVEIRA, F. T. CORRÊA, C. L.; ZAGO, B. W.; TARDIN, F. D. Correlation and path analysis of biomass sorghum production. **Genetics and Molecular Research**, v. 15, n. 4, p. 1-10. 2016.

WIGHT, J. P.; HONS, F. M.; STORLIEN, J. O.; PROVIN, T. L.; SHAHANDEH, H.; WIEDENFELD, R. P. Management effects on bioenergy sorghum growth, yield and nutrient uptake. **Biomass and Bioenergy**, v. 46, p. 593-604, 2012.