

**Avaliação de Caracteres Agronômicos de  
Híbridos de Sorgo Biomassa (*Sorghum  
bicolor* L. Moench) em Planaltina, DF**

Safra 2018–2019



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**BOLETIM DE PESQUISA  
E DESENVOLVIMENTO  
398**

**Avaliação de Caracteres Agronômicos de  
Híbridos de Sorgo Biomassa (*Sorghum  
bicolor* L. Moench) em Planaltina, DF**

**Safra 2018–2019**

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

Esta publicação encontra-se disponível gratuitamente  
no link: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/?initQuery=t>

**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](http://www.embrapa.br/cerrados)  
[www.embrapa.br/fale-conosco/sac](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac)

#### **Comitê Local de Publicações da Unidade**

Presidente  
*Lineu Neiva Rodrigues*

Secretária-executiva  
*Alessandra Duarte de Oliveira*

Secretária  
*Alessandra Silva Gelape Faleiro*

Membros  
*Alessandra Silva Gelape Faleiro;  
Alexandre Specht; Edson Eyji Sano;  
Fábio Gelape Faleiro; Gustavo José Braga;  
Jussara Flores de Oliveira Arbues;  
Kleber Worsley Souza;  
Maria Madalena Rinaldi;  
Shirley da Luz Soares Araújo*

Supervisão editorial e revisão de texto  
*Jussara Flores de Oliveira Arbues*

Normalização bibliográfica  
*Shirley da Luz Soares Araújo*

Projeto gráfico da coleção  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica e tratamento de imagens  
*Wellington Cavalcanti*

Foto da capa  
*José de Ribamar Nazareno dos Anjos*

Impressão e acabamento  
*Alexandre Moreira Veloso*

#### **1ª edição**

1ª impressão (2022): 30 exemplares

#### **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

---

A599a Anjos, José de Ribamar Nazareno dos.

Avaliação de caracteres agronômicos de híbridos de sorgo biomassa  
(*Sorghum bicolor* L. Moench) em Planaltina, DF : safra 2018–2019 / José  
de Ribamar Nazareno dos Anjos, Juaci Vitória Malaquias e Rafael Augusto  
da Costa Parrella. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2021.

15 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Cerrados,  
ISSN 1676-918X, ISSN on-line 2176-509X; 398).

1. Sorgo. 2. Massa verde. 3. Massa seca. I. Malaquias, Juaci Vitória.  
II. Parrella, Rafael Augusto da Costa. III. Embrapa Cerrados. IV. Título.  
V. Série.

CDD (21 ed.) 633.174

## Sumário

---

Resumo .....	5
Abstract .....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos .....	8
Resultados e Discussão .....	9
Conclusões.....	13
Agradecimentos.....	14
Referências .....	14

# Avaliação de Caracteres Agronômicos de Híbridos de Sorgo Biomassa (*Sorghum bicolor* L. Moench) em Planaltina, DF: safra 2018–2019

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

**Resumo** – O presente trabalho teve como objetivo avaliar a adaptação geográfica e climática, e 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, em Planaltina, Distrito Federal, na safra 2018–2019, em Latossolo Vermelho distrófico argiloso, em delineamento experimental de blocos ao acaso com três repetições. Foram avaliados os parâmetros florescimento (Flor) – número de dias da semeadura até o início da liberação de pólen em 50% das plantas da parcela; altura de plantas (AP), peso de massa verde (PMV), produção de massa seca total (PMS) e percentagem de matéria seca (MS). A verificação estatística da significância das diferenças entre os híbridos foi feita pela análise de variância (Anova). Para a comparação das médias foi utilizado o teste de Scott-Knott no nível de probabilidade de 5%. Observou-se diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os híbridos para as características avaliadas. Para PMV, foi observada a formação de seis grupos, com variação de médias entre 83,97 t ha<sup>-1</sup> (201840B018, significativamente superior aos demais híbridos) e 16,67 t ha<sup>-1</sup> (Volumax). A média geral dos híbridos para esse parâmetro foi de 51,57 t ha<sup>-1</sup>. Para PMS, as médias variaram de 29,03 t ha<sup>-1</sup> a 4,43 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente para 201840B018, que diferiu significativamente dos demais e, Volumax, que não diferiu significativamente de BRS 658 (4,94 t ha<sup>-1</sup>). Os híbridos 201840B019 e 201840B013, com PMS acima de 24 t ha<sup>-1</sup>, também se destacaram. Portanto, os híbridos 201840B018, 201840B013 e 201840B019 demonstraram potencial como fonte promissora para a cogeração de energia renovável no ambiente estudado.

**Termos para indexação:** rendimento de massa verde, rendimento de massa seca, percentagem de massa seca.

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

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

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

## Evaluation of Agronomic Characters of Biomass Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) Hybrids in Planaltina, Federal District, Brazil: season 2018–2019

**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 2018-2019 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) 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, six groups of hybrids were observed, with individual hybrids ranging between 83,97 t ha<sup>-1</sup> (201840B018, significantly higher than the other hybrids) and 16,67 t ha<sup>-1</sup> (Volumax). The general average of the hybrids for this character was 51,57 t ha<sup>-1</sup>. For PMS, the means ranged from 29,03 t ha<sup>-1</sup> to 4,43 t ha<sup>-1</sup>, respectively for 201840B018 and Volumax, the latter not differing significantly from BRS 658 (4,94 t ha<sup>-1</sup>). The hybrids 201840B019 and 201840B013, with PMS above 24 t ha<sup>-1</sup> also stood out. Therefore, the hybrids 201840B018, 201840B013 and 201840B019 showed potential as promising biomass sources for cogeneration of renewable energy in the studied environment.

**Index Terms:** 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 algumas razões, incluindo a geopolítica do petróleo, podem ter seu fornecimento reduzido, resultando em 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, 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] inclui-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); é estabelecido por sementes; possui sistemas de produção agrícola conhecidos; tem um ciclo curto (5 a 6 meses); apresenta tolerância à seca (Parrella, 2011); demonstra versatilidade como fonte de amido (etanol de segunda geração) e lignocelulose para combustão; tem alto poder calorífico e apresenta ampla adaptabilidade (Habyarimana et al., 2004; Castro, 2014; Vendruscolo et al., 2016). No Brasil, devido a condições hidrológicas desfavoráveis no passado, houve redução no fornecimento de energia gerada por usinas hidroelétricas (May et al., 2016), com o conseqüente aumento na geração térmica, em cujas fontes inclui-se o sorgo biomassa, que pode ser colhido na entressafra da cana-de-açúcar.

Com o intuito de atender à característica de alto rendimento energético por hectare, o programa de melhoramento genético da Embrapa Milho e Sorgo 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 são 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 biomassa, incluindo 21 experimentais desenvolvidos pelo programa de melhoramento de sorgo da Embrapa Milho e Sorgo (PMEMS), nas condições edafoclimáticas do Distrito Federal.

## Material e Métodos

---

O experimento de campo foi conduzido na Embrapa Cerrados, em Planaltina, DF, Brasil (S15°36.194', W047°43.048', 1.017 m de altitude) em Latossolo Vermelho distrófico argiloso. O plantio foi realizado em 30/10/2018, em um delineamento de blocos ao acaso com três repetições. Foram avaliados 25 híbridos: 21 experimentais desenvolvidos pelo PMEMS (do 201840B001 ao 201840B021) (Tabela 1) e quatro híbridos comerciais usados como testemunhas: BRS 716, biomassa (PMEMS); BRS 658, forrageiro (PMEMS); AGRI002E, biomassa (Agricomseeds) 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 22 dias após o plantio, deixando-se 8 plantas por metro linear, ou seja, a população foi de 114.285 plantas por hectare. As parcelas também foram espaçadas de 0,70 m, mas foram plantadas linhas externas para servirem de bordas ao experimento. Em conformidade com a análise de solo, a adubação de plantio foi constituída de 30 kg ha<sup>-1</sup> de N, 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. A adubação de cobertura foi efetuada com 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de ureia, trinta 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 m<sup>2</sup>. Durante o ciclo das plantas foram efetuadas três irrigações suplementares. O controle de plantas daninhas foi efetuado com aplicação de Atrazina 50 SC (500 g/L de atrazina) com a dose de 1,5 L de ingrediente ativo ha<sup>-1</sup> e complementado com capinas manuais. O controle de lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) foi feito com Lorsban 480 BR (480 g/L de clorpirifós) com a dose de 1,5 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial.

Foram avaliados os seguintes caracteres agrônômicos: florescimento (Flor) – número de dias da semeadura 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 su-

perfície do solo ao ápice da panícula; peso de massa verde total (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 massa seca total (PMS, t ha<sup>-1</sup>) – produto da PMV pela percentagem de matéria seca das amostras verdes das parcelas (MS). Para essa determinação, 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.

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.

Especificamente 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 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

---

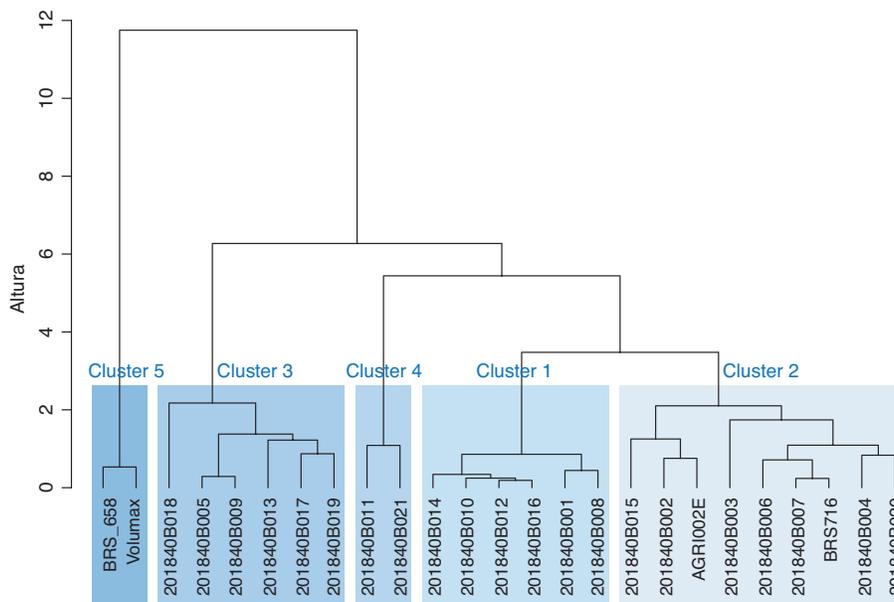
De acordo com a análise de variância e o teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ), houve diferenças significativas entre os genótipos avaliados, para as características agronômicas: AP (m), PMV (t ha<sup>-1</sup>), MS (%) e PMS (PMV (t ha<sup>-1</sup>) (Tabela 1), o que demonstra a diversidade genética entre os genótipos quanto a essas características. Na análise de cluster, foi possível identificar ge-

nótipos com características significativamente similares para a variável Flor (dias) (Figura 1, Tabela 2).

**Tabela 1.** Valores médios para a altura de plantas (ALT), produção de massa verde (PMV), percentagem de massa seca (MS) e produção de massa seca (PMS) de genótipos de sorgo biomassa, Embrapa Cerrados, Planaltina-DF, safra 2018-2019.

Genótipo	ALT (m)	PMV (t ha <sup>-1</sup> )	MS (%)	PMS (t ha <sup>-1</sup> )
201840B001	5,30 b	55,24 c	36,80 a	20,33 c
201840B002	5,27 b	44,92 d	35,80 a	16,09 d
201840B003	4,43 d	50,00 c	30,80 a	15,40 d
201840B004	4,93 c	49,84 c	31,67 a	15,78 d
201840B005	5,17 b	64,84 b	34,33 a	22,31 b
201840B006	5,23 b	53,93 c	32,47 a	17,44 c
201840B007	5,13 b	48,22 d	32,93 a	14,93 d
201840B008	5,27 b	51,91 c	35,93 a	18,69 c
201840B009	5,17 b	67,76 b	33,80 a	22,90 b
201840B010	5,37 b	51,67 c	35,33 a	18,23 c
201840B011	4,57 d	49,45 c	26,47 b	13,11 e
201840B012	5,57 a	52,07 c	35,53 a	18,42 c
201840B013	5,87 a	68,73 b	36,00 a	24,71 b
201840B014	5,60 a	53,33 c	34,67 a	18,51 c
201840B015	5,03 b	36,67 e	34,87 a	12,77 e
201840B016	5,50 a	51,03 c	35,20 a	18,02 c
201840B017	5,30 b	61,90 b	35,00 a	21,66 b
201840B018	5,50 a	83,97 a	34,60 a	29,03 a
201840B019	5,17 b	66,75 b	37,13 a	24,21 b
201840B020	5,13 b	51,83 c	29,40 b	15,27 d
201840B021	4,33 d	45,00 d	23,20 b	10,43 e
AGRI002E	4,80 c	47,06 d	34,40 a	16,21 d
BRS 716	5,23 b	47,38 d	32,60 a	15,44 d
BRS 658	2,57 e	18,98 f	26,20 b	4,94 f
Volumax	2,60 e	16,67 f	26,53 b	4,43 f
Média	4,96	51,57	32,87	17,17
CV (%)	4,79 %	6,44 %	6,55 %	9,82 %

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



**Figura 1.** Dendrograma do agrupamento de genótipos segundo as variáveis ALT (m), PMV ( $t\ ha^{-1}$ ), MS (%), PMS ( $t\ ha^{-1}$ ) e Flor (dias).

**Tabela 2.** Médias das variáveis florescimento (Flor, dias), altura de plantas (ALT, m), produção de massa verde (PMV,  $t\ ha^{-1}$ ), porcentagem de massa seca (MS, %), e produção de massa seca (PMS,  $t\ ha^{-1}$ ) por agrupamento de genótipos gerados pela análise de cluster.

Cluster	N	Flor	Alt	PMV	MS	PMS
1	6	156,33 a	5,43 a	52,54 b	35,58 a	18,70 b
2	9	152,67 a	5,02 b	47,71 c	32,77 b	15,48 c
3	6	150,83 ab	5,36 b	68,99 a	35,14 a	24,14 a
4	2	135,00 bc	4,45 bc	47,23 cd	24,83 c	11,77 d
5	2	84,00 c	2,58 c	17,83 d	26,37 bc	4,68 d

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%.

Foi realizado o agrupamento dos genótipos por grupos similares segundo as variáveis ALT (m), PMV ( $t\ ha^{-1}$ ), MS (%), PMS ( $t\ ha^{-1}$ ) e Flor (dias) (Figura 1). Já, na análise de variância, o ranqueamento dos genótipos é individualizado

por variável; na análise de cluster, tem-se a possibilidade de, além de identificar genótipos com características similares, ranqueá-los segundo as cinco variáveis analisadas de maneira simultânea.

Para avaliar a qualidade dos agrupamentos hierárquicos, pode-se utilizar uma medida denominada correlação cofenética. Segundo Ferreira (2008), o coeficiente de correlação cofenético 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 de correlação cofenética (CCC) de  $r=0,873$ , indicando um bom grau de ajuste entre o dendrograma e matriz original.

Foram identificados cinco agrupamentos de genótipos similares segundo as variáveis analisadas. A formação de grupos hierárquicos dos híbridos pode ser descrita da seguinte forma: cluster 1 (6 híbridos); cluster 2 (9 híbridos); cluster 3 (6 híbridos); cluster 4 (2 híbridos); e cluster 5 (2 híbridos) (Tabela 2).

Para a variável Flor, segundo o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, os clusters 1 e 2 foram os que apresentaram, significativamente, os híbridos com os maiores valores médios (Tabela 2). O cluster 1 também se destacou como sendo o que agrupou os híbridos com os maiores valores médios estatisticamente significativos para a variável ALT. O cluster 3 foi o que se destacou por agrupar os híbridos com os maiores valores médios para as variáveis PMV, MS e PMS (Tabela 2).

A altura das plantas (AP) variou de 2,57 m a 5,87 m, sendo BRS 658 (2,57 m) e Volumax (2,60 m) os híbridos que apresentaram menor porte. A mais alta foi 201840B013, com 5,87 m, contudo não diferiu significativamente de 201840B012, 201840B014, 201840B016 e 201840B018 (Tabela 1). A altura das plantas é considerada um bom indicador de matéria seca em sorgo sensível ao fotoperíodo, haja vista que essa característica retarda o florescimento das plantas, razão por que apresenta período vegetativo mais longo, o que contribui para maior crescimento e produção de massa verde (Habyarimana et al., 2004; Wight et al., 2012; Castro, 2014).

Para a variável PMV, foi observada a formação de seis grupos pelo teste de Scott-Knott, com variação de médias entre 83,97 t ha<sup>-1</sup> (201840B018), significativamente superior aos demais híbridos, e 16,67 t ha<sup>-1</sup> (Volumax). Os híbridos 201840B005, 201840B009, 201840B013, 201737B017 e 201840B019 constituíram o segundo grupo de híbridos significativamente superiores aos demais (Tabela 1). Os híbridos de sorgo forrageiro BRS 658 (18,98 t ha<sup>-1</sup>) e Volumax, (16,67 t ha<sup>-1</sup>) apresentaram menor porte e período vegetativo curto, o que refletiu na produção de massa verde (Parrella et al., 2010; Pereira et al., 2012; Castro, 2014), tendo sido os menos produtivos (Tabela 1).

As médias dos teores de matéria seca (MS%) variaram de 36,80% (201840B001) a 26,20% (BRS 658), que não diferiu significativamente de Volumax (26,53%) (Tabela 1). Para a produção de massa seca (PMS), verificou-se a formação de seis grupos pelo teste de Scott-Knott (Tabela 1), cujas médias variaram de 29,03 t ha<sup>-1</sup> a 4,43 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente para 201840B018, que diferiu significativamente dos demais, e Volumax, que não diferiu significativamente de BRS 658 (4,94 t ha<sup>-1</sup>). O híbrido 201840B001, a despeito de apresentar o maior teor de MS (36,80%), não diferiu significativamente de dezenove outros, que também se destacaram quanto ao teor de MS (Tabela 1).

## Conclusões

---

Os híbridos de sorgo biomassa sensíveis ao fotoperíodo apresentaram maiores altura (ALT), peso de massa verde (PMV), percentagem de massa seca (MS) e peso de massa (PMS) em comparação com os híbridos forrageiros BRS 658 e Volumax.

A PMV dos híbridos avaliados variou de 83,97 t ha<sup>-1</sup> (201840B018), significativamente superior aos demais, a 16,67 t ha<sup>-1</sup> (Volumax).

Considerando o rendimento de PMS, os híbridos 201840B018, 201840B019 e 201840B013 destacaram-se com produção acima de 24 t ha<sup>-1</sup>. Um segundo grupo constituído pelos híbridos 201840B001, 201840B017, 201840B005 e 201840B009, com produção acima de 20 t ha<sup>-1</sup>, também demonstrou o potencial do sorgo biomassa como cultura promissora para a cogeração de energia renovável. Contudo, para uma possível recomendação desses híbridos, faz-se necessário avaliá-los em diferentes anos e locais.

## 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 contribuição na condução das atividades de campo e de laboratório.

## Referências

---

- CASTRO, F. M. R. **Potencial agrônômico e energético de híbridos de sorgo biomassa**. 2014. 84 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 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.
- 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.
- FERREIRA, D.F. **Estatística multivariada**. Lavras: Editora UFLA, 2008. p. 389-391, 2008.
- 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.
- MURPHY, R. L.; MORISHIGE, D. T.; BRADY, J. A.; ROONEY, W. L.; YANG, S.; KLEIN, P. E.; MULLET, J. E. *Ghd7* (*Ma6*) Represses Sorghum Flowering in Long Day: *Ghd7* Alleles Enhance Biomass Accumulation and Grain Production. *Alliance of Crop, The Plant Genome*, v. 7, n. 2, p. 1-15, 2014.
- PARRELLA, R. A. da C.; RODRIGUES, J. A. S.; TARDIN, F. D.; DAMASCENO, C. M. B.; SCHAFFERT, R. E. **Desenvolvimento de híbridos de sorgo sensíveis ao fotoperíodo visando alta produtividade de biomassa**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 25 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 28).

PARRELLA, R. A. da C.; SCHAFFERT, R. E.; MAY, A.; EMYGDIO, B.; PORTUGAL, A. F.; DAMASCENO, C. M. B. **Desempenho agrônômico de híbridos de sorgo biomassa**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 19 p. il. (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 agrônômico 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 Agrônômico; Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2012. p. 82-88. 1 CD-ROM.

ROCATALI, 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 and 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.

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.

**Embrapa**

---

**Cerrados**

MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



CGPE 017727