

Crescimento e produção de biomassa em híbridos de sorgo para fins de bioenergia em diferentes épocas de colheita

**José Maurílio Moreira de Figueiredo Júnior², Isadora Cristina Martins Oliveira³,
Rafael Augusto da Costa Parrella⁴ e Robert Eugene Schaffert⁴**

¹ Trabalho financiado pelo CNPq

² Estudante do Curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de São João del-Rei, Bolsista PIBIC do Convênio CNPq/Embrapa

³ Doutoranda em Genética e Melhoramento de Plantas pela Universidade Federal de Viçosa

⁴ Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo

Introdução

A demanda por alternativas na produção de biomassa de qualidade para a cogeração de energia e como fonte para indústria verde é um desafio nos dias de hoje. O sorgo bioenergia se mostra promissor, pois é uma cultura de ciclo curto (entre 80 a 150 dias), possui alta produção de massa vegetal, com elevado potencial de queima em caldeiras de usinas geradoras de energia, pode ser cultivado na entressafra da cana-de-açúcar, é propagado por sementes e todo processo agrícola pode ser mecanizado (Oliveira et al., 2019).

Outra característica agrônômica presente no sorgo bioenergia é a sensibilidade ao fotoperíodo, ou seja, genótipos fotossensíveis só florescem quando os dias possuem menos de 12 horas e 20 minutos de luz (Rooney; Aydin, 1999), que no Brasil acontece de 21 de março a 22 de setembro. Assim, quando plantados no mês de novembro, esses materiais irão florescer apenas depois do dia 21 de março do ano subsequente, quando suas gemas florais irão começar a se desenvolver, o que permite que seu ciclo vegetativo e porte sejam ampliados, possibilitando maior produção de biomassa por hectare/ciclo em contrapartida a materiais insensíveis ao fotoperíodo que florescem em torno de 60 a 80 dias em qualquer época, independentemente do comprimento do dia (Parrella et al., 2010).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de biomassa para geração de energia em diferentes épocas de colheita.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, localizada em Sete Lagoas-MG, no ano agrícola 2018/2019. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial (4 híbridos x 6 épocas de colheita), com parcelas compostas por quatro fileiras de cinco metros e espaçamento de 0,7 m, e três repetições. Foram avaliados quatro híbridos, sendo três experimentais e um comercial, BRS716, todos desenvolvidos pelo programa de melhoramento da Embrapa

Milho e Sorgo, (Tabela 1). Para avaliar a produção de biomassa foram consideradas seis épocas de colheita, dado em dias após o plantio (DAP), sendo elas 30 (1^a época), 60 (2^a época), 90 (3^a época), 120 (4^a época), 150 (5^a época) e 180 (6^a época) dias após o plantio.

As características avaliadas foram: altura de plantas (ALT) em metros, produção de massa verde (PMV) em toneladas por hectare (t/ha), produção de massa seca (PMS) em t/ha e porcentagem de matéria seca na biomassa (MS%).

As análises de variância foram realizadas com auxílio do software computacional Sisvar (Ferreira, 2011) e utilizou-se o teste Scott e Knott (1974) para comparação entre médias.

Tabela 1. Híbridos de sorgo bioenergia e sua classificação quanto ao tipo, avaliados em ensaios de maturação na Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG.

Número	Híbrido	Tipo
1	201813B007	Sacarino
2	201824B005	Sacarino
3	201816B025	Biomassa (bmr)
4	BRS716	Biomassa

Resultados e Discussão

As análises de variância para altura de plantas (ALT), produção de massa verde (PMV), produção de massa seca (PMS) e matéria seca a 65 °C (MS) estão resumidas na Tabela 2. Todas as características apresentaram diferenças estatísticas significativas ($p \leq 0,01$) para a fonte de variação híbridos, o que mostra existência de variabilidade genética entre os híbridos, resultado importante para a seleção de genótipos superiores. Para a fonte de variação épocas houve diferenças significativas para todas as características ($p \leq 0,01$), mostrando que a época de colheita afeta o crescimento e a produção. As interações híbridos \times épocas também apresentaram diferenças significativas ($p \leq 0,01$) para todas as características, mostrando que os híbridos se comportam de maneira distinta entre diferentes épocas de colheita. Os valores dos CVs variaram de 8,9 para MS65° a 12,69 para o PMS, mostrando boa precisão experimental.

Tabela 2. Análise de variância para as características altura de plantas (ALT), produção de massa verde (PMV), produção de massa seca (PMS) e porcentagem de matéria seca (MS) para híbridos de sorgo biomassa avaliados em Sete Lagoas-MG.

FV	GL	QM			
		ALT	PMV	PMS	MS65°
Blocos	2	0.04 ^{n.s.}	339.25**	12.8*	0.42 ^{n.s.}
Híbridos	3	1.27**	1663.14**	171.45**	18.47**
Épocas	5	34.23**	16250.59**	1382.22**	455.25**

Híbridos × Épocas	15	0.36**	216.36**	36.64**	7.3**
Resíduo	46	0.09	48.84	4.36	2.98
CV(%)		9.73	8.91	12.69	8.86
Média		3.03	78.41	16.46	19.49

*,** significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ^{n.s.} não significativo pelo teste F. CV: coeficiente de variação.

Visando analisar o comportamento de cada híbrido nas épocas de colheita, procedeu-se o desdobramento da média dos híbridos em cada época avaliada (Tabela 3, 4, 5 e 6).

A altura de planta variou de 0,45 m aos 30 DAP a 4,79 m aos 150 DAP para o híbrido 201813B007, 0,48 m aos 30 DAP a 3,88 m aos 120 DAP para o híbrido 201824B005, 0,44 m aos 30 DAP a 4,90 m aos 180 DAP para o híbrido 201816B025 e 0,51 m aos 30 DAP a 5,30 m aos 180 DAP para o híbrido BRS716. A PMV variou de 20,55 t.ha⁻¹ aos 30 DAP a 121,01 t.ha⁻¹ aos 120 DAP para o híbrido 201813B007, 11,46 t.ha⁻¹ aos 30 DAP a 115,27 t.ha⁻¹ aos 120 DAP para o híbrido 201824B005, 5,16 t.ha⁻¹ aos 30 DAP a 96,53 t.ha⁻¹ aos 120 DAP para o híbrido 201816B025 e 12,81 t.ha⁻¹ aos 30 DAP a 128,38 t.ha⁻¹ aos 150 DAP para o híbrido BRS716. A PMS variou de 3,38 t.ha⁻¹ aos 30 DAP a 29,79 t.ha⁻¹ aos 150 DAP para o híbrido 201813B007, 1,88 t.ha⁻¹ aos 30 DAP a 29,25 t.ha⁻¹ aos 120 DAP para o híbrido 201824B005, 0,79 t.ha⁻¹ aos 30 DAP a 20,55 t.ha⁻¹ aos 120 DAP para o híbrido 201816B025 e 2,21 t.ha⁻¹ aos 30 DAP a 39,94 t.ha⁻¹ aos 150 DAP para o híbrido BRS716. Houve maior crescimento e produção de biomassa aos 120 e 150 dias após o semeio para as características ALT, PMV e PMS nos híbridos avaliados.

A porcentagem de matéria seca (MS65°) variou de 12,06% aos 60 DAP a 28,12% aos 150 DAP para o híbrido 201813B007, 11,12% aos 60 DAP a 28,22% aos 150 DAP para o híbrido 201824B005, 11,90% aos 60 DAP a 24,37% aos 150 DAP para o híbrido 201816B025 e 11,77% aos 60 DAP a 31,15 aos 150 DAP para o híbrido BRS716. Para todos os híbridos avaliados, os maiores valores de porcentagem de matéria seca foi dos 120 aos 150 dias após o plantio, o que representa que o teor de umidade começa a cair a partir da época 5, resultado importante, tendo em vista que altos teores de biomassa não são desejáveis para a queima, indicando que esta época é a melhor de colheita para essa característica. Castro (2018) encontrou resultados semelhantes na mesma região, variando de 12,22% para 30 DAP a 36,23% para 180 DAP, sendo que não houve diferença estatística entre 150 e 180 dias após o plantio, corroborando que a melhor época de colheita é a época 5.

As característica de maior importância para a queima, como ALT, PMV e MS65° apresentaram valores médios superiores principalmente na época 5 (150 DAP), 4,60, 103,29 e 27,97, respectivamente. Resultados semelhantes foram encontrados por Castro (2018) em estudos com sorgo biomassa na mesma região, onde os tratamentos avaliados apresentaram médias de 4,74 para ALT, 107,40 para PMV e 35,32 para MS65°, dado 150 dias após o plantio. Este mesmo autor considerou a faixa entre 120 e

180 dias como a melhor época para colheita do sorgo biomassa, dado que foram observados os melhores resultados para todas as características avaliadas.

Tabela 3. Teste de comparação de médias para a característica ALT (m) de quatro híbridos de sorgo bioenergia avaliados em seis épocas de colheita, em Sete Lagoas-MG.

Híbridos	Épocas (DAP)					
	30	60	90	120	150	180
201813B007	0.45 e	1.55 d	2.68 c	3.50 b	4.79 a	4.69 A
201824B005	0.48 d	1.78 c	2.96 b	3.88 a	3.85 a	3.69 A
201816B025	0.44 e	1.58 d	2.51 c	3.92 b	4.68 a	4.90 A
BRS716	0.51 e	1.88 d	3.17 c	4.47 b	5.09 a	5.30 A

Médias seguidas pela mesma letra na horizontal não se diferenciam entre si pelo teste Scott e Knott (1974).

Tabela 4. Teste de comparação de médias para a característica PMV (t/ha) de quatro híbridos de sorgo bioenergia avaliados em seis épocas de colheita, em Sete Lagoas-MG.

Híbridos	Épocas (DAP)					
	30	60	90	120	150	180
201813B007	20.55 d	59.55 c	99.91 b	121.01 a	105.92 b	91.96 b
201824B005	11.46 d	69.92 c	99.25 b	115.27 a	96.11 b	74.80 c
201816B025	5.16 d	53.67 c	84.25 a	96.53 a	82.76 a	72.19 b
BRS716	12.81 d	61.01 c	96.64 b	120.81 a	128.38 a	104.95 b

Médias seguidas pela mesma letra na horizontal não se diferenciam entre si pelo teste Scott e Knott (1974).

Tabela 5. Teste de comparação de médias para a característica PMS (t/ha) de quatro híbridos de sorgo bioenergia avaliados em seis épocas de colheita, em Sete Lagoas-MG.

Híbridos	Épocas (DAP)					
	30	60	90	120	150	180
201813B007	3.38 e	7.16 d	13.92 c	26.72 a	29.79 a	22.72 b
201824B005	1.88 d	7.80 c	16.32 b	29.25 a	27.09 a	14.69 b
201816B025	0.79 e	6.39 d	11.12 c	20.55 a	20.07 a	15.88 b
BRS716	2.21 f	7.18 e	15.10 d	30.02 b	39.94 a	24.99 c

Médias seguidas pela mesma letra na horizontal não se diferenciam entre si pelo teste Scott e Knott (1974).

Tabela 6. Teste de comparação de médias para a característica MS65° (em %) de quatro híbridos de sorgo bioenergia avaliados em seis épocas de colheita, em Sete Lagoas-MG.

Híbridos	Épocas (DAP)					
	30	60	90	120	150	180
201813B007	16.43 c	12.06 d	13.93 d	22.14 b	28.12 a	24.69 b
201824B005	16.13 c	11.12 d	16.46 c	25.36 a	28.22 a	16.67 b
201816B025	15.70 b	11.90 c	13.24 c	22.02 a	24.37 a	22.06 a
BRS716	17.21 c	11.77 d	15.65 c	24.87 b	31.15 a	23.52 b

Médias seguidas pela mesma letra na horizontal não se diferenciam entre si pelo teste Scott e Knott (1974).

Conclusão

Os híbridos de sorgo bioenergia apresentaram comportamento distinto ao longo das épocas para todas as características avaliadas, sendo que a melhor época está entre os 120 e 150 dias após o plantio.

Referências

CASTRO, F. M. R. **Acúmulo de biomassa e compostos lignocelulósicos em híbridos de sorgo sensíveis ao fotoperíodo**. 2018. 75 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2018.

FERREIRA, D. F. **SISVAR: um sistema computacional de análise estatística: versão 4.2. Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1041, 2011.

OLIVEIRA, I. C. M.; MARÇAL, T. D. S.; BERNARDINO, K. C.; RIBEIRO, P. C. D. O.; PARRELLA, R. A. D. C.; CARNEIRO, P. C. S.; SCHAFFERT, R. E.; CARNEIRO, J. E. D. S. Combining ability of biomass sorghum lines for agroindustrial characters and multitrait selection of photosensitive hybrids for energy cogeneration. **Crop Science**, v. 59, n. 4, p. 1554-1566, 2019.

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).

ROONEY, W. L.; AYDIN, S. Genetic control of a photoperiod-sensitive response in *Sorghum bicolor* (L.) Moench. **Crop Science**, v. 39, n. 2, p. 397-400, 1999.

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