



AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE CULTIVARES DE SORGO BIOMASSA

Karla Agda Botelho Mota¹, Fernando José de Sousa Borges², Danielly Pereira dos Santos², Rafael Augusto da Costa Parrella³, Poliana Mendes Avelino de Carvalho³, Leonardo Corrêa da Silva³

¹Estudante do Curso Superior Bacharelado em Agronomia– IFTO. Bolsista do Programa de Iniciação Científica. email:<karla_agda@hotmail.com>

²Estudante do Curso Superior Bacharelado em Agronomia– IFTO. e-mail: <fernandoborges_agro@hotmail.com>

²Estudante do Curso Superior Bacharelado em Agronomia– IFTO. e-mail: <danny.agroif@gmail.com>

³Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. e-mail: <rafael.parrella@embrapa.br>

³Professora do Curso Superior Bacharelado em Agronomia– IFTO. e-mail: <poliana.avelino@ifto.edu.br>

³Professor do Curso Superior Bacharelado em Agronomia– IFTO. e-mail: <leonardo.correa@ifto.edu.br>

Resumo: O sorgo biomassa é uma planta com rápido crescimento e elevado potencial produtivo, uma das alternativas mais interessantes para abastecimento das demandas atuais, dentre elas, a geração de energia. Este projeto objetivou avaliar o desempenho agrônômico de diferentes cultivares de sorgo biomassa submetidos à condições de solo e clima do extremo norte do Tocantins. O experimento foi instalado em delineamento de blocos casualizados (DBC), composto de 36 parcelas, sendo 12 híbridos (cultivares) e três repetições. Cada parcela foi formada por duas fileiras de cinco metros, espaçadas de 0,80 m, com 10 sementes por metro linear, semeadas de três a cinco cm de profundidade. Houve diferença significativa ($P < 0,05$ e $P < 0,01$) pelo teste F para as variáveis tamanho de panícula, altura de planta, massa de panícula, dias para o florescimento, e fibra em detergente neutro da folha. Assim, é indicado que existe pelo menos um contraste entre médias dos híbridos estatisticamente diferentes de zero para as variáveis. Para as variáveis, diâmetro de colmo, produção de massa verde total, perfilhamento, fibra em detergente neutro do colmo, matéria seca da folha e matéria seca do colmo não houve diferença estatística pelo teste F. Apesar dos híbridos avaliados não superarem as cultivares testemunhas (BRS 716 e AGRI002E) para produção de massa verde, eles apresentaram o mesmo desempenho das mesmas, que são destaques no mercado de sorgo biomassa.

Palavras-chave: biocombustíveis, bioenergia, forragem, melhoramento

1 INTRODUÇÃO

A região do bico do papagaio é caracterizada por forte presença da Agricultura Familiar e um grande número de Projetos de Assentamentos. Dessa forma, a agricultura predominante não detém de altas tecnologias nem de extensivas áreas. As atividades agrícolas mais comuns na região são a produção bovina de corte e leiteira e o cultivo de culturas de subsistência. O sorgo não é uma cultura tradicional da região em nenhuma de suas aptidões, forrageira, biomassa, sacarino, granífero e vassoura.

Contudo, alguns produtores localizados na região bico do papagaio já cultivam sorgo para produção de silagem, mas, sem conhecimento da finalidade da cultivar plantada, ou seja, se a mesma foi desenvolvida para produção de silagem ou de grãos, tampouco conhecem as características agrônômicas e se a cultivar é a mais recomendada para a região. No entanto, não há na região nenhum registro de plantio de sorgo biomassa para alimentação animal e tão pouco para geração de energia.

De acordo com NETTO *et al.* (2018) o sorgo biomassa é uma planta com rápido crescimento e elevado potencial produtivo, sendo uma das alternativas mais interessantes para abastecimento das demandas atuais, dentre elas, a geração de energia. Diante do cenário mundial atual, com alta demanda por energia elétrica, buscar fontes alternativas e sustentáveis para geração de energia é um dos maiores desafios do século. Segundo MAY *et al.* (2013), o sorgo é uma das principais plantas que melhor atendem à demanda de produção de biocombustíveis, principalmente o sorgo biomassa, o qual detém um eficiente processo de fotossíntese, semelhante ou até superior ao da cana-de-açúcar e do capim-elefante. A característica de adaptação a climas tropicais e temperados, sua elevada eficácia na utilização da água, sua tolerância a períodos de seca e sua capacidade potencial de produzir altas quantidades de biomassa lignocelulósica são alguns dos numerosos pontos fortes dessa planta.

Diante do exposto, este projeto teve como objetivo avaliar o desempenho agrônômico de diferentes cultivares de sorgo biomassa submetidos a condições de solo e clima do extremo norte do Tocantins e gerar conhecimentos que futuramente permitam a recomendação de cultivares de sorgo biomassa que melhor se adaptem às condições locais para serem utilizados tanto na alimentação animal como na produção de energia.

2 METODOLOGIA

O experimento foi instalado na área experimental pertencente ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO) - *Campus* Araguatins, localizado nas coordenadas aproximadas de 05° 38' 35" S e 48° 04' 14" W. A área apresenta precipitação média anual de 1.500 mm, temperatura média de 28,5°C e altitude de 103 m (INMET, 2015).

Foram coletadas amostras do perfil do solo para análises químicas (teores de P, K, Ca, Mg, Al, (H+Al)), de matéria orgânica (MO), de pH e dos níveis de Al³⁺; e análise física (Areia, Silte e Argila) de acordo com o manual de Análises Químicas desenvolvido por Silva (2000), na camada de 0-20. A adubação realizada no experimento foi de acordo com os resultados da análise de solo, recomendada por Ribeiro *et al.* (1999). Assim, foram usados 266 Kg/ha do adubo formulado NPK 4:30:10 no plantio e 222 Kg/ha de ureia (45% de nitrogênio) em cobertura, dividido em duas aplicações.

O experimento foi instalado segundo o delineamento em blocos casualizados (DBC), composto de 36 parcelas, sendo 12 híbridos (cultivares) e três repetições. Cada parcela foi formada por duas fileiras de cinco metros, espaçadas de 0,80 m, com 10 sementes por metro linear, semeadas de três a cinco cm de profundidade. A área útil da parcela foi constituída

pelos 3 metros centrais das duas fileiras, ou seja, foram eliminados 1 metro de cada extremidade. O controle de pragas, doenças e plantas daninhas foi realizado de acordo com a recomendação para a cultura (Embrapa, 2015).

Foram utilizados 12 híbridos biomassa cedidos pela Embrapa Milho e Sorgo, Sete lagoas, Minas Gerais. Nas fileiras de cada parcela foram avaliadas, em ocasião do estágio fenológico 8 (grão pastoso), as características agrônômicas: número de plantas acamadas (NPA), obtido pela contagem das plantas que apresentaram um ângulo de inclinação maior que 45° em relação ao eixo vertical; altura de planta (AP), em cm, medida da base do colmo até o ápice da inflorescência de cinco plantas; produção de matéria verde (PMV), em ton/ha, obtida a partir da pesagem de todas as plantas da área útil da parcela; comprimento da panícula (TP), em cm, medida da base da panícula ao ápice da ráquis de cinco plantas; Massa de panícula (MP) em g, de cinco plantas; diâmetro de colmo (DC), em mm, obtido com o auxílio de um paquímetro digital, medido de 15 a 20 cm do solo, de cinco plantas; perfilhamento (PMT), aferido pela quantidade de perfilhos emitidos na área útil da parcela; dias para do florescimento (FLOR), contados a partir do plantio até que 50% das plantas da área útil da parcela emitissem pólen.

Os dados obtidos com as caracterizações agrônômicas e bromatológicas foram submetidos à análise de variância segundo o modelo de blocos casualizados e as médias de cada uma das características significativas pelo teste F foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa Genes (Cruz, 2016).

3 RESULTADOS E DISCURSÃO

Na tabela 1 é apresentado o resumo da análise de variância das médias dos híbridos, as estimativas das médias dos híbridos e o coeficiente de variação (CV%) para cada característica.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância em blocos ao acaso, estimativas de média de híbridos e do coeficiente de variação experimental (CV%) em experimento conduzido em Araguatins, TO, 2019.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios							
		DC	TP	AP	PMVT	MP	ACMT	FLOR	PMT
Blocos	2	1,75	1,17	0,12	19,88	357,12	22,69	9,75	2,02
Híbridos	11	1,82 ^{ns}	11,359**	0,19*	165,65 ^{ns}	3662,8*	5,50 ^{ns}	55,88**	65,44
Resíduo	22	3,71	1,34	0,02	74,38	129,30	4,48	6,47	58,08

Média	19,85	30,45	4,76	50,37	37,21	1,61	81,92	18,06
CV(%)	9,71	3,80	3,16	17,12	30,56	131,41	3,11	42,21

** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. ^{ns} Não significativo pelo teste F. DC: diâmetro de colmo; TP: tamanho de panícula; AP: altura de planta; PMVT: Produção de massa verde total; MP: Massa de panícula; ACMT: Acamamento; FLOR: dias para o florescimento; PMT: Perfilhamento.

Tabela 1 continuação - Resumo da análise de variância em blocos ao acaso, estimativas de média de híbridos e do coeficiente de variação experimental (CV%) em experimento conduzido em Araguatins, TO, 2019.

		Quadrados Médios			
Fonte de Variação	Graus de Liberdade	FDNc	FDNf	MSf	MSc
Blocos	2	16,92	33,84	123,90	12,63
Híbridos	11	51,92 *	14,42 ns	17,32 ns	16,08 ns
Resíduo	22	16,45	9,26	14,99	8,75
Média		44,43	51,39	31,69	29,16
CV(%)		9,13	5,92	12,22	10,15

** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. ^{ns} Não significativo pelo teste F. FDNc: fibra em detergente neutro da colmo; FDNf: fibra em detergente neutro da folha; MSf: Matéria seca da folha; MSc: Matéria seca do colmo.

Os valores de CV% (coeficiente de variação) variam entre 3,11 (FLOR) e 131,41% (ACMT). Na estatística considera-se que quanto menor os valores de CV mais confiáveis são os dados obtidos. Pimentel Gomes (1985), estudando os coeficientes de variação obtidos nos ensaios agrícolas, classifica-os da seguinte forma: baixos: valores inferiores a 10%; médios: valores entre 10 e 20%; altos: valores entre 20 e 30%, e muito altos: para valores acima de 30%. Dessa forma apenas as variáveis MP, ACMT e PMT obtiveram valores muito altos para CV. Parrella *et al.* (2010) caracterizou a biomassa obtida a partir de híbridos de sorgo sensíveis ao fotoperíodo visando a produção de biocombustíveis encontrou CVs % de 5,29, 7,85 e 19,92 para florescimento, altura de planta e produção de massa verde respectivamente, confirmando dessa maneira que os valores de CV% encontrados neste trabalho estão dentro dos padrões aceitáveis para experimentos com sorgo biomassa.

Houve diferença significativa ($P < 0,05$ e $P < 0,01$) pelo teste F para as variáveis TP (tamanho de panícula), AP (altura de planta), MP (Massa de panícula), FLOR (dias para o florescimento), e FDNc (fibra em detergente neutro da folha). Assim, é indicado que existe pelo menos um contraste entre médias dos híbridos estatisticamente diferentes de zero para as variáveis acima citadas, conforme a tabela 2.

Para as variáveis DC (diâmetro de colmo), PMVT (Produção de massa verde total), PMT (Perfilhamento), FDNf (fibra em detergente neutro do colmo), MSf (Matéria seca da folha) e MSc (Matéria seca do colmo) não houve diferença estatística pelo teste F, conforme Tabela 1.

Tabela 2 - Resumo do teste de Tukey para oito características de desempenho agrônomicas avaliadas. Araguaína, TO, 2019.

Híbridos/ Testemunhas	Varáveis							
	DC (mm)	TP (cm)	AP (m)	PMVT (to/há)	MP (g)	NPA --	FLOR --	PMT --
1	19,73 a	33,23 a	4,91ab	46,63 a	46,83 ab	1,66 a	83,0 ab	22,66 a
2	21,04 a	32,75 ab	4,85 ab	41,84 a	51,22 ab	2,0 a	76,66 bc	24,33 a
3	19,69 a	30,40 abcd	4,09 c	48,00 a	21,41 b	0 a	73,66 c	21,33 a
4	19,85 a	32,19 abc	4,58 b	45,9 a	23,60 ab	1,0 a	76,66 bc	16,0 a
5	18,41 a	29,21 cd	4,81ab	52,27 a	31,89 ab	1,33 a	82,0 ab	24,33 a
6	21,02 a	29,36 bcd	4,74 ab	42,57 a	35,02 ab	4,66 a	86,0 a	12,0 a
7	20,04 a	31,55 abc	4,66 ab	45,27 a	55,61 a	3,33 a	82,66 ab	12,33 a
8	19,62 a	27,83 d	4,79 ab	62,83 a	24,40 ab	0 a	86,66 a	14,66 a
9	19,82 a	30,38 abcd	4,9 ab	62,48 a	45,71 ab	2,0 a	8,66 a	18,0 a
10	18,79 a	28,80 cd	4,64 ab	46,97a	37,59 ab	,66 a	9,66 abc	17,33 a
11 BRS716	19,56 a	27,46 d	5,07 a	59,54 a	34,33 ab	2,0 a	85,66 a	12,33 a
12 AGRI002E	20,57 a	32,22 abc	5,02 ab	50,80 a	38,91ab	,66 a	84,66 a	21,33 a

Médias seguidas pela mesma letra do alfabeto são iguais estatisticamente a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O híbrido 11 (BRS716) cultivar da EMBRAPA com aptidão para biomassa, usado neste experimento como testemunha, apresentou maior altura de planta com média de 5,07 m de altura (tabela 2), juntamente com os demais híbridos, com exceção dos híbridos 3 e 4. Este fato pode ser explicado pelo fato de as linhagens genitoras destes híbridos serem muito semelhantes na altura, de modo que seus híbridos apresentassem pouca variabilidade para essa característica.

Tardin *et al.* (2018) avaliou o desempenho agrônomico de 25 genótipos de sorgo, dentre eles 23 biomassa e 2 forrageiros, também constatou que o cultivar BRS 716 apresentou maiores valores de altura de planta com média de 5,23 m, havendo ainda outros híbridos com altura similar à este, conforme ocorreu no presente projeto. Os híbridos 3 e 4 apresentaram os menores valores de altura, mas também estão dentro dos limites aceitáveis para a altura de sorgo destinado à produção de biomassa. De uma maneira geral os híbridos de sorgo destinados à produção de biomassa possuem portes mais elevados em relação aos demais tipos de sorgo. Parrella *et al.* (2010) e DELGADO (2017), testaram híbridos de sorgo biomassa encontraram médias de 4,61 e 4,73 m respectivamente.

Para produção de massa verde total (PMVT) não houve diferença estatística entre os híbridos, e dessa forma, tanto os híbridos como os cultivares testemunhas produziram estatisticamente as mesmas quantidades (Tabela 2). Este resultado contrasta com aquele obtido por Parrella *et al.* (2011), os quais avaliaram 64 híbridos de sorgo biomassa com aptidão para produção de energia e observaram que, em geral, os híbridos foram mais produtivos que as cultivares testemunhas (diferente das usadas neste trabalho), confirmando a presença de heterose para esta característica. Todavia, os valores de PMVT alcançados estão dentro dos limites aceitáveis para o uso destes híbridos para produção de biomassa.

Todos os híbridos e cultivares avaliados apresentaram ciclos curtos (FLOR), inferior a 100 dias, com número de dias para o florescimento variando de 73 a 86 dias. Trabalhos como os de Pereira *et al.* (2010) e May *et al.* (2013), os quais testaram híbridos de sorgo biomassa, obtiveram valores para florescimento acima de 100 dias após o plantio, com híbridos que atingiram até 169 dias para o florescimento. Os híbridos mais tardios (médias com letra 'a') variaram de 83 a 86 dias, enquanto que os de ciclo mais precoce (médias com letra 'c') variaram de 73 a 76 dias para o florescimento. No entanto, de acordo com Tardin *et al.* (2018) o cultivar BRS 716, testemunha usada neste projeto, e outros 14 híbridos de sorgo biomassa apresentaram ciclo longo, acima de 136 dias. A divergência entre resultados pode ser explicada, além de outros fatores como híbridos diferentes, pelo clima quente e a alta incidência de chuvas na região norte do Tocantins nos meses de fevereiro, março e abril, corroborando para o florescimento precoce dos híbridos.

Para as variáveis tamanho de panícula (TP) e massa de panícula (MP) houve diferença estatística entre os híbridos. Quanto à massa de panícula (MP), apenas os híbridos 7 (média = 55,61g 'a') e 3 (média = 21,41 'b') apresentaram uma letra que os discriminasse no teste de médias, sendo que os demais apresentaram ambas as letras ('a' e 'b'). Apesar da variação entre a maior e a menor MP, o valor da diferença mínima significativa (DMS) foi alta, de 33,78, fazendo com que o contraste de médias discrepantes fossem consideradas estatisticamente iguais dado ao alto valor do DMS. Pela variação das médias, pode-se observar que há uma considerável variabilidade entre os materiais para esta característica. O alto valor do DMS em relação às médias, por sua vez, pode ser explicado pelo alto valor do resíduo, comum quando uma mesma parcela apresenta valores diferentes nos diferentes blocos. Estes valores podem ter sido consequência do ataque de pássaros de maneira aleatória sobre os grãos das panículas. Algo parecido aconteceu com o tamanho da panícula (TP) em que apenas 4 médias apresenta-



ram uma única letra, e as demais compartilharam estas letras, todavia os valores variam de 27 a 33 cm, indicando baixa variabilidade entre os híbridos para esta característica. Assim, tanto para MP e TP os híbridos foram, de maneira geral, iguais estatisticamente às testemunhas, indicando que apresentam padrões aceitáveis para ambas as características.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos são inovadores, já que a Embrapa Milho e Sorgo não dispunha de dados sobre o comportamento destes híbridos na região do Bico do papagaio e em seu entorno.

Em um programa de melhoramento genético, espera-se que os híbridos sempre sejam superiores àqueles já existentes no mercado para as principais características. Apesar dos híbridos avaliados não superarem as cultivares testemunhas (BRS 716 e AGRI002E) para produção de massa verde (PMVT), eles apresentaram o mesmo desempenho das mesmas, que são destaques no mercado de sorgo biomassa.

Novos ensaios devem ser conduzidos na região para verificar a estabilidade de comportamento deste híbridos, como é feito em diferentes espécies cultivadas, uma vez que é comum a variação do comportamento dos híbridos em função da época de plantio/safra, do local e do ano, o que chamamos de interação genótipo x ambiente.

REFERÊNCIAS

Cruz, C. D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. *Acta Scientiarum*. v. 38, n. 4, p. 547-552. 2016.

DELGADO, I. D. Adaptabilidade e Estabilidade de Híbridos de Sorgo Biomassa. **Dissertação** (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2017.

EMBRAPA. Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção 2, ISSN 1679-012xJul/2015.

INCRA. INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. Relatório Assentamentos Geral Superintendência Regional Tocantins - SR 26. Registro 137, Data de atualização 31 de Dez, 2017.

INMET. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. [2015].

MAY, A. SILVA, D. D. da.; SANTOS, F. C. dos. Cultivo do sorgo biomassa para cogeração de energia elétrica. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas – MG, 2013.

NETTO, D. A. M.; MENEZES, T. H. G. de S.; PARRELLA, R. A. da C.; SIMEONE, M. L. F.; TRINDADE, R. dos S. Caracterização morfoagronômica e bromatológica de genótipos de sorgo para a produção de biomassa. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas – MG, 2018.



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. Embrapa Milho e Sorgo Sete Lagoas, MG, 2010.

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. Embrapa Milho e Sorgo Sete Lagoas, MG, 2011.

PEREIRA, G. de A.; PARRELLA, R.A. da C.; PARRELLA, N.N.L.D.; SOUSA, V. F.; SCHAFFERT, R. E.; COSTA, R. K. Desempenho Agrônômico de Híbridos de Sorgo Biomassa. XXIX Congresso nacional de milho e sorgo, 2012.

PIMENTEL-GOMES, Curso de Estatística Experimental, 1985. Piracicaba-SP. ESALQ/USP.

TARDIN, F. D.; NASCIMENTO, P. N. do; GODINHO, V. de P. C.; BARELLI, M. A. A.; DORES, F. J. das; SPIERING, B.; SILVA, A. J. R.; PARRELLA, R.A. da C. Avaliação do desempenho de genótipos de sorgo biomassa em sinop-MT. Congresso Nacional de Milho e sorgo, Lavras/MG, 2018.