

Desempenho agrônômico de genótipos de sorgo biomassa com nervura marrom (*brown midrib - bmr*)¹

Douglas Graciel dos Santos ², Rafael Augusto da Costa Parrella ³

¹ Trabalho financiado pelo CNPq. ² Estudante do Curso de Engenharia Agrônômica da Univ. Fed. de São João del-Rei, Bolsista PIBIC do Convênio CNPq/Embrapa ³ Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo

INTRODUÇÃO

Entre as fontes de biomassa com características ideais para atender parâmetros de sustentabilidade e utilização alternativa aos recursos não renováveis, encontra-se o sorgo biomassa como uma fonte promissora para a obtenção do etanol de segunda geração (Cardoso et al., 2013). O sorgo biomassa é caracterizado como uma planta C4, com alta eficiência fotossintética. Apresenta um grande acúmulo de biomassa seca quando comparado com outras culturas e uma composição química diversificada em relação aos constituintes da parede celular (Castro, 2014).

Um dos componentes dos vegetais, e o segundo polímero mais abundante do planeta, é a lignina. A conversão biológica da biomassa em combustíveis é limitada pela quantidade de lignina presente na biomassa de sorgo. Assim, é de grande interesse aumentar a disponibilidade de energia dessa fonte, sendo que uma das formas mais efetivas de se alcançar esse aumento é por meio da redução ou alteração do seu conteúdo de lignina (Silva, 2019).

A mutação *bmr* é uma das formas de se alterar a qualidade e a quantidade de lignina, de maneira a favorecer esse processo (Cherney et al., 1991). Uma característica fenotípica causada por essa mutação é a pigmentação de coloração vermelho-amarronzada que é particularmente visível na nervura central das folhas e também nos colmos, na medida em que se tornam mais lignificados. A pigmentação está associada à lignina, persistindo no resíduo da parede celular após remoção da celulose e das hemiceluloses (Cherney et al., 1991).

Nesse contexto, torna-se necessário caracterizar diferentes genótipos de sorgo biomassa quanto ao seu potencial produtivo, bem como perfil dos constituintes da parede celular, uma vez que esses constituintes podem causar limitações no processo de conversão da biomassa em energia (Singh et al., 2015). Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar

agronomicamente 25 genótipos de sorgo biomassa, em dois locais diferentes, Sete Lagoas-MG e Janaúba-MG.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi na safra 2019/2020 em Sete Lagoas-MG e em Janaúba-MG, sob bioma de Cerrado. Valores de temperatura média (°C), umidade relativa do ar (%), velocidade média do vento (m/s), rajada de vento (m/s) e precipitação de chuva (mm) durante o experimento estão na Figura 1.

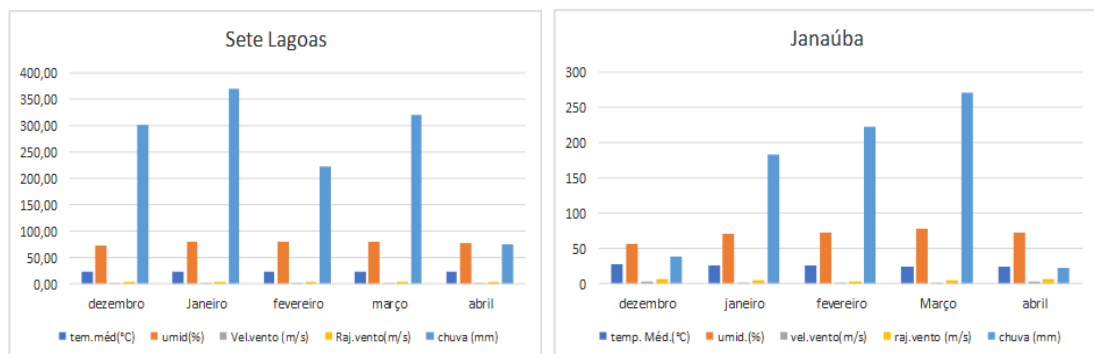


Figura 1. Valores meteorológicos registrada durante a condução dos experimentos (09/12/2019 a 22/04/2019). Sete Lagoas-MG, 2019/2020, Estação automática A569 e Janaúba-MG, 2019/2020, Estação automática A563

Foram avaliados 25 genótipos de sorgo, sendo 20 biomassa com o gene *bmr6bmr6*, dos quais 18 são híbridos F1 (CMSXS7500, CMSXS7501, CMSXS7502, CMSXS7509, CMSXS7515, CMSXS7521, CMSXS7525, CMSXS7527, CMSXS7530, CMSXS7532, CMSXS7533, CMSXS7535, 201938B008, 201938B011, 2019B012, 2019B013, 201938B016, 201938B017), três são variedades (CMSXS7200, CMSXS7210 e CMSXS7211) e 4 são híbridos comerciais convencionais como testemunhas (AGRI002E e BRS716 tipo biomassa e o BRS655 e Volumax tipo forrageiro). O delineamento utilizado foi em Látice triplo (5 x 5) e as parcelas foram constituídas por 2 fileiras de 5,0 m de comprimento, com espaçamento de 0,7 m e população inicial de 110.000 plantas ha⁻¹.

Na colheita foram avaliados os seguintes parâmetros: i) altura de planta (m), ii) produção de massa verde (t/ha), iii) acamamento de plantas (%). Os resultados obtidos foram

submetidos à análise de variância com auxílio do software SISVAR (Ferreira, 2011). Foi aplicado o teste de agrupamento de médias Scott-Knott com o auxílio do mesmo software com significância a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância para os caracteres altura de plantas (ALTPLA), produção de massa verde (PMV) e porcentagem de plantas acamadas (ACAM) encontra-se na Tabela 1. Podem-se observar diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre os genótipos avaliados, mostrando haver variabilidade genética essencial para seleção de cultivares mais produtivas. Podem-se observar também diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre os locais avaliados, mostrando haver diferenças edafoclimáticas entre eles. Verificou-se interação genótipos x ambientes significativos ($p \leq 0,05$), mostrando comportamento não coincidente dos genótipos nos ambientes avaliados. O coeficiente de variação (CV) foi baixo para ALTPLA, médio para PMV e alto para ACAM. Vale salientar que o ACAM é bastante influenciado pelo ambiente, pois os ventos que causam acamamento ocorrem de maneira desuniforme nas áreas.

Tabela 1. Análise de variância para altura de plantas (ALTPLA), produção de massa verde (PMV) e acamamento (ACAM).

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio		
		ALTPLA	PMV	ACAM
Bloco	2	0,096	1268,622	2702,068
Bloc.in.	4	0,329	1599,187	1469,454
Genótipos	24	1,957*	2599,829*	1580,137*
Ambientes	1	1,127*	6491,434*	7053,179*
Genótipox Ambiente	24	8,79*	255,346*	1013,821*
Resíduos	94	10,442	349,157	518,043
Total	149			
Média		4,082	74,145	26,767
CV (%)		8,16	25,20	85,03

Teste F:* significativo a 5%.

O desdobramento da interação genótipos x ambientes está apresentado na Tabela 2. Os híbridos comerciais de sorgo biomassa (AGRI002E e BRS716) se destacaram com maior porte, produtividade e resistência ao acamamento (tabela 2). O BRS 716 apresentou porte (ALTPLA) variando de 4,93 a 5,0 m, produção de massa verde (PMV) de 142,38 a 126,95 t/ha e acamamento (ACAM) de 7,41 a 1,71% e o AGRI002E apresentou porte (ALTPLA) variando de 4,88 a 4,45m, produção de massa verde (PMV) de 128,67 a 97,90 t/ha e acamamento de 1,32 a 19,87%. O híbrido forrageiro BRS655 apresentou porte (ALTPLA) variando de 2,00 a 2,6 m, produção de massa verde (PMV) de 46,15 a 38,09 t/ha e acamamento (ACAM) de 2,40 a 18,30% e o Volumax apresentou porte (ALTPLA) variando de 2,99 a 3,0 m, produção de massa verde (PMV) de 69,24 a 39,33 t/ha e acamamento de 0,0 a 10,36%. Vale destacar o desempenho produtivo dos híbridos comerciais biomassa, que chegam a produzir duas a três vezes mais que os híbridos forrageiros. Dentre os genótipos de sorgo biomassa com nervura marrom, destacaram-se CMSXS7502, CMSXS7200, CMSXS7530, CMSXS7527, 201938B008 e 201938B012, que apresentaram porte (ALTPLA) variando de 4,00 a 4,5 m, produção de massa verde (PMV) de 100 a 90 t/ha e acamamento de 0,98 a 53,35%. Pode-se observar maior porcentagem de acamamento dos genótipos de sorgo com nervura marrom, em razão do menor teor de lignina na planta, pois a mutação *bmr* altera a qualidade e a quantidade de lignina (Cherney et al., 1991). Contudo, a variedade de sorgo biomassa CMSXS7200, com nervura marrom (*bmr*), se destacou apresentando porte (ALTPLA) variando de 4,03 a 3,26 m, produção de massa verde (PMV) de 102,25 a 61.33 t/ha e acamamento de 0,98 a 10,02%.

Tabela 2. Valores médios de altura em metros (m), produção de matéria verde em toneladas por hectare (PMV t ha⁻¹) e acamamento (%) de vinte e cinco genótipos de sorgo bioenergia, mutantes BMR e normais, em Sete Lagoas e Janaúba-MG, ano agrícola de 2020.

Genótipos	Altura (m)		Massa verde (t/ha)		Acamamento (%)	
	Janaúba	Sete Lagoas	Janaúba	Sete Lagoas	Janaúba	Sete Lagoas
BRS716	4.93 Aa	5.00 Aa	142.38 Aa	126.95 Aa	7.41 Ab	1.71 Ac
AGRI002E	4.85 Aa	4.45 Ab	128.67 Aa	97.90 Ab	1.32 Ab	19.87 Ac
CMSXS7502	4.30 Ab	3.68 Bc	102.66 Ab	76.28 Ac	26.06 Ab	38.18 Ab

CMSXS7200	4.03 Ab	3.26 Bd	102.25 Ab	61.33 Bc	10.02 Ab	0.98 Ac
CMSXS7530	4.48 Aa	4.25 Ab	98.44 Ab	69.90 Ac	52.87 Aa	40.34 Ab
201938B012	4.35 Ab	4.27 Ab	97.00 Ab	72.95 Ac	25.16 Ab	53.35 Ab
CMSXS7527	4.78 Aa	4.34 Ab	93.50 Ac	86.76 Ab	17.87 Ab	23.05 Ac
201938B008	4.55 Aa	3.63 Bb	90.15 Ab	65.61 Ac	31.14 Ab	36.69 Ab
CMSXS7533	4.53 Aa	4.20 Ab	88.50 Ab	70.76 Ac	21.84 Ab	19.77 Ac
CMSXS7532	4.80 Aa	3.88 Bc	84.46 Ac	61.71 Ac	13.03 Bb	100.00 Aa
201938B017	4.35 Ab	4.43 Ab	82.01 Ac	66.85 Ac	25.35 Ab	19.80 Ac
CMSXS7515	4.90 Aa	4.18 Bb	79.89A c	84.00 Ab	21.64 Ab	45.04 Ab
CMSXS7509	4.40 Ab	3.88 Ac	78.92 Ac	62.19 Ac	13.39 Ab	44.97 Ab
CMSXS7500	4.50 Aa	4.23 Ab	76.77 Ac	71.62 Ac	58.00 Aa	0.00 Bc
201938B016	4.35 Ab	4.31 Ab	75.31 Ac	83.14 Ab	10.86 Ab	48.10 Ab
CMSXS7535	4.36 Ab	4.11 Ab	72.92 Ac	61.71 Ac	11.37 Bb	52.21 Ab
201938B011	3.86 Bb	4.77 Aa	72.76 Ac	70.28 Ac	7.50 Ab	29.64 Ac
Volumax	2.96 Ac	2.99 Ad	69.24 Ac	39.33 Ac	0.00 Ab	10.36 Ac
CMSXS7501	4.06 Ab	3.87 Ac	68.93 Ac	69.43 Ac	33.99 Ab	49.11Ab
CMSXS7521	4.55 Aa	4.36 Ab	61.77 Ac	67.24 Ac	18.25 Ab	15.70 Ac
CMSXS7210	3.98 Ab	4.26 Ab	59.15 Ac	52.18 Ac	73.24 Aa	71.36 Aa
201938B013	2.80 Bc	3.72 Ac	57.17 Ac	47.71 Ac	3.30 Ab	37.54 Ab
CMSXS7525	3.33 Ab	3.53 Ac	50.85 Ac	41.71 Ac	3.24 Ab	22.90 Ac
BRS655	2.06 Bd	2.65 Ad	46.15 Ac	38.09 Ac	2.45 Ab	18.38 Ac
CMSXS7211	4.11 Ab	3.57 Ac	38.14 Ac	43.43 Ac	8.35 Ab	41.51 Ab

Médias seguidas pelas mesmas letras minúscula na vertical constituem grupo estatístico homogêneo. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúscula na horizontal constituem grupo estatístico homogêneo

CONCLUSÃO

Os híbridos de sorgo biomassa apresentam potencial produtivo duas a três vezes superior ao dos híbridos de sorgo forrageiro.

Em geral, os híbridos de sorgo biomassa com nervura marrom apresentam maiores

porcentagem de acamamento. Contudo, foi possível identificar o genótipo CMSXS7200, que associa alto porte e produtividade com resistência ao acamamento.

REFERÊNCIAS

CARDOSO, W. S.; TARDIN, F. D.; TAVARES, G. P.; QUEIROZ, P. V.; MOTA, S. S.; KASUYA, M. C. M.; QUEIROZ, J. H. de. Use of sorghum straw (*Sorghum bicolor*) for second generation ethanol production: pretreatment and enzymatic hydrolysis. **Química Nova**, v. 36, n. 5, p. 623-627, 2013.

CASTRO, F. M. R.. **Potencial agrônômico e energético de genótipos de sorgo biomassa**. 2014. 80 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

CHERNEY, J. H.; CHERNEY, D. J. R.; AKIN, D. E.; AXTELL, J. D. Potential of brown midrib, low-lignin mutants for improving forage quality. **Advanced Agronomy**, v. 46, p. 157-198, 1991.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

SILVA, M. J. da. **Incorporação do alelo bmr-6 "brown midrib" e análise dialélica em linhagens elites de sorgo biomassa com nervura marrom**. 2019. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2019.

SINGH, J.; SUHAG, M.; DHAKA, C. A. Augmented digestion of lignocellulose by steam explosion, acid and alkaline pretreatment methods: a review. **Carbohydrate Polymers**,