

AValiação DE CULTIVARES DE SORGO SACARINO NO NORTE DE MINAS GERAIS

Mariana Morais de Moura^{*}, Rafael Augusto da Costa Parrella^{**}, Arley Figueiredo Portugal^{***}, Gabrielle Maria Romeiro Lombardi^{****}, Dantiele Coura Linhares^{*****}, Michele Jorge da Silva^{*****}, Crislene Vieira dos Santos^{*****}, Nicolay Maria Romeiro Lombardi^{*****}

^{*}Estudante de Graduação em Agronomia, UFSJ, MG, email: mamorais91@yahoo.com.br; ^{**}Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, rafaelparrella@embrapa.br; ^{***}Analista da Embrapa Milho e Sorgo, Janaúba, MG, email: arley.portugal@embrapa.br; ^{****}Mestranda em Genética e Melhoramento de Plantas, UFPA/DBI, MG, email: gabriellelombardi@hotmail.com.br; ^{*****}Estudante de Graduação em Agronomia, UFSJ, Sete Lagoas, MG, email: dantielelinhares@gmail.com; ^{*****}Mestranda em Genética e Melhoramento de Plantas, UFV, MG, email: michelejorgesilva@gmail.com; ^{*****}Estudante de Graduação em Agronomia, UFSJ, Sete Lagoas, MG, email: crisviera15@hotmail.com; ^{*****}Estudante de Graduação em Agronomia, UFPA, Lavras, MG, email: ni.lombardi@hotmail.com

RESUMO

O sorgo sacarino tem sido usado como uma interessante fonte na produção de etanol. Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar características agroindustriais visando a produção de etanol através da primeira geração de tecnologia. O experimento foi conduzido na fazenda experimental da Embrapa Milho e Sorgo, em Nova Porteirinha-MG. As características avaliadas foram dias para florescimento, altura de plantas, extração de caldo, teor de sólidos solúveis totais, tonelada de brix por hectare e produção de massa verde. A precisão experimental foi verificada pelo coeficiente de variação. Observou-se diferença significativa ($P < 0.01$) entre as cultivares avaliadas para as características de dias de florescimento, altura de plantas, teor de sólidos solúveis totais, tonelada de brix por hectare e produção de massa verde, mostrando que as cultivares diferem geneticamente entre si quanto a estes caracteres. Os genótipos BRS509, CV 568, CV 198, BRS 508, CMSXS646, BRS 511, CMSXS630 e CMSXS629 apresentaram maiores teores de sólidos solúveis por hectare, concatenando as principais características do sorgo sacarino com a produção de etanol e mostrando-se útil na seleção de genótipos superiores.

Palavras Chave: [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], bioenergia, melhoramento genético

ABSTRACT

EVALUATION OF CULTIVARS OF SWEET SORGHUM IN NORTHERN MINAS GERAIS

The Sweet Sorghum has been used as an interesting source in the ethanol production. Therefore the objective of this study is to evaluate the characteristics agro industrial aiming a cleaner generation with the harnessing for an ethanol production through the first generation of technology. The experiment was conducted on an experimental farm of Embrapa Maize and Sorghum, Nova Porteirinha, MG. The characteristics for evaluation were days of flowering, height of the plant, extraction of juice, total soluble solids content, tons of brix per hectare and production of green weight. The experimental precision was verified by the coefficients of variation. It was noticed a significant ($P < 0.01$) between cultivars evaluated to the characteristics days of flowering, height of the plant, extraction of juice, total soluble solids content, tons of brix per hectare and production of green weight showing that the cultivars differ genetically between themselves in relation to these characters. Genotypes BRS509, CV 568, CV 198, BRS 508, CMSXS646, BRS 511, CMSXS630 e CMSXS629 showed larger content of soluble solids per hectare, chaining the characteristics of the Sweet Sorghum with the ethanol production and showing useful in the selection of superior genotypes.

Key words: [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], ethanol production, genetic breeding

INTRODUÇÃO

O sorgo sacarino apresenta-se como alternativa promissora para a produção de etanol, tanto quanto se refere aos aspectos de vista industriais quanto aos agrônomicos (DURÃO et al. 2012). É uma cultura eficiente em produção de massa verde em um rápido ciclo de cultivo, aproximadamente quatro meses. É tolerante a estresse hídrico, o que amplia o zoneamento agroenergético e possibilita sua utilização em áreas sem aptidão para cultivo da cana-de-açúcar (SOUZA, 2011).

A produção de etanol de primeira geração consiste na obtenção do biocombustível por meio do processo de fermentação de açúcares diretamente fermentescíveis presentes no colmo da planta, utilizando fundamentalmente enzimas responsáveis pela hidrólise da sacarose (NAIK et al. 2010).

Diante do grande potencial do sorgo sacarino como cultura energética é de grande importância a caracterização agrônoma e industrial dos cultivares visando estimar o potencial desta cultura para produção de biocombustíveis.

A Embrapa Milho e Sorgo mantém um programa de melhoramento genético para esta cultura visando a obtenção de variedades e híbridos superiores com altos índices de produtividade de massa verde ($t \cdot ha^{-1}$) e altos teores de sólidos solúveis totais ($^{\circ}Brix$). (FRANÇA, et al. 2014)

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é avaliar características agroindustriais em cultivares de sorgo sacarino no Norte de Minas visando a produção de etanol.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na fazenda experimental da Embrapa Milho e Sorgo, no município de Nova Porteirinha, na região norte do Estado de Minas Gerais (latitude $15^{\circ} 47' S$, longitude $43^{\circ} 18' W$ e altitude 518m). A semeadura ocorreu no final do mês de outubro de 2013, que coincide com o início do período chuvoso na região e a colheita no início do mês de fevereiro de 2014.

Foram avaliados dezesseis cultivares de sorgo sacarino, sendo seis variedades experimentais (CMSXS629, CMSXS630, CMSXS643, CMSXS644, CMSXS646 e CMSXS647), quatro variedades comerciais (BRS 506, BRS 508, BRS509 e BRS 511) e seis híbridos comerciais (CV 198, CV 568, Sugargraze, V82391, V82392 e V82393).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com três repetições. As linhagens foram alocadas em parcelas de quatro linhas de 5,0 metros de comprimento e espaçadas por 0,70 m, sendo consideradas apenas as duas linhas centrais como área útil e as características avaliadas foram: dias para florescimento (FLOR), altura de plantas (ALT), produção de massa verde ($PMV - t \cdot ha^{-1}$), extração de caldo (EXT - %), teor de sólidos solúveis totais (SST) e tonelada de brix por hectare (TBH).

A precisão experimental foi verificada pelo coeficiente de variação (%) e o agrupamento das médias fenotípicas ajustadas dos genótipos pelo teste Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade pelo programa GENES (CRUZ, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precisão experimental foi verificada pelo coeficiente de variação (CV - %), a acurácia, a qual varia conforme o tipo de característica, delineamento experimental e espécie avaliada. As características apresentaram valores de CV entre 0,78% (FLOR) e 15,19% (TBH), o que segundo Cruz et al. (2004) reflete boa precisão durante o desenvolvimento do experimento.

Houve diferença significativa entre os genótipos utilizados ($P < 0.01$), exceto para o caractere extração de caldo (EXT - %) (Tabela 1), demonstrando existência de variabilidade genética para as demais características avaliadas. Vale destacar, que a PMV e SST, são os caracteres mais importantes em sorgo sacarino, pois os açúcares são extraídos dos seus colmos e o SST é diretamente correlacionado com o teor de açúcares (SOUZA et al. 2012). O TBH é uma característica que combina o PMV com o SST e está diretamente correlacionada com

ambas (DURÃES et al. 2014 e TÔRRES et al. 2012). Assim, os genótipos com maiores valores para TBH apresentam maiores valores para PMV e SST, sendo bastante desejável.

As médias gerais dos caracteres se equiparam aos estudos de (OLIVEIRA et al. 2013 e LOMBARDI 2014), exceto para o teor de sólidos solúveis totais o qual foi superior aos obtidos por estes autores. Souza et al. 2013 e Fernandes et al. 2014 apresentam valores de SST equivalentes aos obtidos neste trabalho, demonstrando o potencial destes cultivares para produção de etanol. É importante salientar, que os teores de SST são influenciados pelo genótipo, ambiente e época de colheita (FERNANDES et al. 2014; MARTINS, 2014).

Tabela 1. Resumo da análise de variância dos caracteres agroindustriais dias para florescimento (FLOR), altura de plantas (ALT), produção de massa verde (PMV – t.ha⁻¹), extração de caldo (EXT – %), teor de sólidos solúveis totais (SST) e tonelada de brix por hectare (TBH) relativo a avaliação de genótipos de sorgo sacarino em Nova Porteirinha-MG na safra de 2013/2014.

Table 1.. Summary of the analyses of the variance of the agroindustrial characters: days of flowering (FLOR), height of the plant (ALT), production of green weight (PMV – t.ha⁻¹) extraction of juice (EXT – %), total soluble solids content (SST) and tons of brix per hectare (TBH) related to the evaluation of the genotypes of sweet sorghum for Nova Porteirinha-MG 2013/2014 harvest.

FV	GL	Quadrados Médios					
		FLOR	ALT	PMV	EXT	SST	TBH
Genótipos	15	22,06**	0,10**	101,88**	70,59	14,14**	8,50**
Erro	29	0,32	0,04	34,73	35,92	2,38	2,23
Média Geral		72,72	2,98	61,70	39,30	15,88	9,82
CV (%)		0,78	6,89	9,55	15,25	9,71	15,19

** Significativo, pelo teste F, a 1% de probabilidade.

Pelo teste de média observou que os valores médios para FLOR variou de 68,50 a 78,00 dias, a ALT de 2,73 a 3,35 metros, o PMV de 53,76 a 75,22 t/ha, o SST de 11,07 a 20 °Brix e o TBH de 6,63 a 12,12 t/ha, estando de acordo com os dados obtidos por Regassa et al. (2014) (Tabela 2).

Para produção de etanol, o ideótipo das cultivares de sorgo sacarino são aqueles que possuam maior teor de sólidos solúveis por hectare. Dessa forma, os genótipos BRS509, CV 568, CV 198, BRS 508, CMSXS646, BRS 511, CMSXS630 e CMSXS629 apresentaram maiores teores de sólidos solúveis por hectare, concordando com os estudos de Ribeiro et al. (2013) (Tabela 2). Entre esses genótipos, destaca-se a variedade comercial BRS509, do programa de melhoramento genético da Embrapa Milho e Sorgo por apresentar superioridade de produção de massa verde, teor de sólidos solúveis totais e tonelada de brix por hectare.

Tabela 2. Médias fenotípicas dos caracteres agroindustriais dias para florescimento (FLOR), altura de plantas (ALT), produção de massa verde (PMV – t.ha⁻¹), extração de caldo (EXT – %), teor de sólidos solúveis totais (SST) e tonelada de brix por hectare (TBH) relativo à avaliação de genótipos de sorgo sacarino em Nova Porteirinha-MG na safra de 2013/2014.

Table 2. Average phenotypic of the characters agroindustrial days of flowering (FLOR), height of the plant (ALT), production of green weight (PMV – t.ha⁻¹), extraction of juice (EXT – %), total soluble solids content (SST) and tons of brix per hectare (TBH) related to the evaluation of the genotypes of sweet sorghum for Nova Porteirinha-MG, 2013/2014 harvest.

Genótipos	Caracteres											
	FLOR		ALT		PMV		EXT		SST		TBH	
BRS509	73,67	d	2,77	b	65,56	a	34,96	a	18,50	a	12,12	a

9º CONGRESSO INTERNACIONAL DE BIOENERGIA
SÃO PAULO – SP – 01 A 03 DE OUTUBRO DE 2014

CV 568	72,67	e	3,35	a	75,22	a	39,15	a	15,57	b	11,69	a
CV 198	70,33	f	3,32	a	70,78	a	37,19	a	16,23	b	11,62	a
BRS 508	75,33	c	2,97	b	57,37	b	33,03	a	20,00	a	11,50	a
CMSXS646	69,33	g	2,73	b	58,72	b	41,73	a	18,73	a	10,97	a
BRS 511	72,67	e	2,97	b	63,80	b	45,26	a	17,03	a	10,77	a
CMSXS630	75,00	c	2,97	b	66,77	a	38,24	a	15,90	b	10,63	a
CMSXS629	70,33	f	3,03	b	62,07	b	49,66	a	16,97	a	10,58	a
CMSXS647	70,33	f	2,92	b	62,10	b	48,29	a	15,43	b	9,58	b
CMSXS643	78,00	a	2,83	b	63,12	b	36,10	a	15,13	b	9,55	b
Sugargraze	73,33	d	2,98	b	57,45	b	38,41	a	15,07	b	8,69	b
BRS 506	76,33	b	2,73	b	55,38	b	34,41	a	15,30	b	8,53	b
CMSXS644	73,67	d	2,95	b	53,76	b	37,18	a	15,60	b	8,41	b
V82393	68,50	g	3,25	a	57,62	b	34,23	a	14,10	b	8,10	b
V82391	73,67	d	2,95	b	55,80	b	40,83	a	12,90	c	7,19	b
V82392	69,00	g	3,02	b	60,27	b	38,48	a	11,07	c	6,63	b

As médias seguidas das mesmas letras, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade.

CONCLUSÃO

Foi observada variabilidade genética para os principais caracteres visados para a produção de etanol, sendo possível identificar os genótipos BRS509, CV 568, CV 198, BRS 508, CMSXS646, BRS 511, CMSXS630 e CMSXS629, que apresentaram maior potencial. Dentre eles, destaca-se o genótipo BRS509, para atender a crescente demanda por matéria-prima alternativa complementar à cana-de-açúcar para a produção de etanol.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Embrapa Milho e Sorgo, a Universidade Federal de São João del Rei ao CNPq e FAPEMIG pelo apoio financeiro e pela possibilidade de realizar o trabalho.

REFERÊNCIAS

CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum*. v.35, n.3, p.271-276, 2013

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 3. ed. Viçosa: UFV, 480 p. 2004.

DURÃES Sistema agroindustrial do sorgo sacarino no Brasil e a participação público-privada: oportunidades, perspectivas e desafios/editores técnicos Frederico Ozanan Machado Durães... [et al.]. -- Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2012. 76 p. : il. -- (Documentos / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1518-4277; 138). 1. Sorgo. 2. Recurso energético. 3. Variedade. 4. Energia. I. Durães, Frederico Ozanan Machado. II. Série.

DURAES, N. N. L.; NUNES, J. A. R.; PARRELLA, R. A. da C.; BRUZI, A. T.; FAGUNDES, T. G. Eficiência da utilização do índice multiplicativo TBH na seleção de genótipos de sorgo sacarino. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 30.; SIMPÓSIO SOBRE LEPTÓPTEROS COMUNS A MILHO, SOJA E ALGODÃO, 1., 2014, Salvador. Eficiência nas cadeias produtivas e o abastecimento global: resumos expandidos. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2014. 1 CD-ROM.

9º CONGRESSO INTERNACIONAL DE BIOENERGIA
SÃO PAULO – SP – 01 A 03 DE OUTUBRO DE 2014

FERNANDES, G.; BRAGA, T. G.; FISCHER, J.; PARRELLA, R. A. C.; RESENDE, M. M. DE; CARDOSO, V. L.; Evaluation of potential ethanol production and nutrients for four varieties of sweet sorghum during maturation. *Renewable Energy*, v. 71, p. 518-524, 2014

FRANÇA, A. E. D. de; PARRELLA, R. A. da C.; SOUZA, V. F. de; MOURA, S. M.; SILVA, M. J. da; MAY, A. (2014) Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de sorgo sacarino avaliada pelos métodos de Centróide e Annicchiarico. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 30.; SIMPÓSIO SOBRE LEPTÓPTEROS COMUNS A MILHO, SOJA E ALGODÃO, 1., 2014, Salvador. Eficiência nas cadeias produtivas e o abastecimento global: resumos expandidos. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2014.

LOMBARDI, G.M.R. Análise de trilha de caracteres agroindustriais em sorgo sacarino. Lavras: Editora UFLA, 2014

MARTINS, A. de M. Período de utilização industrial de cultivares de sorgo sacarino visando a produção de etanol na região central de Minas Gerais. 2014. 66 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de São João Del Rei, Sete Lagoas.

NAIK, S. B.; GOUD, V. V.; ROUT, P. K.; DALAI, A. K. Production on first and second generation biofuels: a comprehensive review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 14, p. 518-597, 2010.

OLIVEIRA, M.S.; PARRELLA, R.A.C.; SOUZA, V.F.; SCHAFFERT, R.E.; MOURA, S.M.; RIBEIRO, P.C.O.; MOURÃO, C.S.; MACHADO, P.H.B.M.; ANDRADE, L.C.; FERREIRA, A.G. Desempenho de Cultivares de Sorgo Sacarino em Dois Níveis de Saturação por Alumínio Visando a Produção de Etanol. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 7., 2013, Uberlândia. Variedade melhorada: a força da nossa agricultura: anais. Viçosa, MG: SBMP, 2013.

REGASSA, T.H. e WORTMANN, C.S. Sweet Sorghum as a bioenergy crop: Literature review. *Biomass and Bioenergy*. p. 1 – 8. 2014.

RIBEIRO, P.C.O.; PARRELLA, R.A.C.; RIBEIRO, A.M.P.; SANTOS, C.V.; OLIVEIRA, M.S.; SOUZA, V.F.; TEIXEIRA NETO, R.F.; MOURA, S.M.; FERREIRA, A.G.; ANDRADE, L.C.; ABREU, A.L. Caracterização de cultivares de sorgo sacarino visando a produção de etanol no Triângulo Mineiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 7., 2013, Uberlândia. Variedade melhorada: a força da nossa agricultura: anais. Viçosa, MG: SBMP, 2013.

SOUZA; Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de sorgo sacarino [manuscrito] / Vander Fillipe de Souza. – 2011. 53 p. Dissertação (mestrado)-Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, Universidade Estadual de Montes Claros-Janaúba, 2011. Orientadora: Profª. Márcia Regina Costa. 1. Genótipos. 2. Melhoramento de plantas. 3. Sorgo sacarino. I. Costa, Márcia Regina. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

SOUZA, V. F. DE; HATT, S.; PARRELLA, R. A. DA C.; TARDIN, F. D.; SCHAFFERT, R. E. Estimativas de Correlações Fenotípicas e Genotípicas entre Parâmetros Agroindustriais do Sorgo Sacarino. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO 29.; 2012 Águas de Lindoia. resumos expandidos. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2012. 1 CD-ROM.

SOUZA, V. F.; PARRELLA, R. A. DA C.; TARDIN, F. D.; COSTA, M. R.; JÚNIOR, G. A. DE C.; SCHAFFERT, R. E. Adaptability and stability of sweet sorghum cultivars *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 13: 144-151, 2013 Brazilian Society of Plant Breeding. Printed in Brazil

TÔRRES, T. B. C. F.; PARRELLA, R. A. DA C.; PARRELLA, N. N. L. D.; PORTUGAL, A. F.; SOUZA, V. F. DE; SCHAFFERT, R.E.; SILVA, K. J. DA; SANTOS, C. V. Caracterização de Cultivares de Sorgo Sacarino no

**9º CONGRESSO INTERNACIONAL DE BIOENERGIA
SÃO PAULO – SP – 01 A 03 DE OUTUBRO DE 2014**

Norte de Minas Gerais Visando a Produção de Etanol. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO 29.; 2012 Águas de Lindoia. resumos expandidos. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2012. 1 CD-ROM.