

## CARACTERIZAÇÃO DE CULTIVARES DE SORGO SACARINO NA REGIÃO CENTRAL DE MINAS GERAIS VISANDO A PRODUÇÃO DE ETANOL.

Pedro César de Oliveira Ribeiro<sup>1</sup>, Rafael Augusto da Costa Parrella<sup>2</sup>, Robert Eugenio Schaffert<sup>3</sup>, Vander Felipe de Souza<sup>4</sup>, Michele Jorge da Silva<sup>5</sup>, Álvaro Eugenio Duarte França<sup>6</sup> Ruane, Alice da Silva<sup>7</sup>, Renan Silva e Souza<sup>8</sup>  
Nádia Nardely Lacerda Durães Parrella<sup>9</sup>, Mateus Saturnino de Oliveira<sup>10</sup>

<sup>1</sup>Estudante de Engenharia agrônômica UFSJ-CSL, <sup>2</sup>Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, <sup>3</sup>Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, <sup>3</sup>Estudante de Doutorado-UFSJ, <sup>3</sup>Estudante de Mestrado em Genética e Melhoramento-UFV, <sup>3</sup>Estudante de Mestrado em Melhoramento de Plantas-UFRP, <sup>7</sup>Estudante de Engenharia Agrônômica UFSJ-CSL, <sup>8</sup>Estudante de Engenharia Agrônômica UFSJ-CSL, <sup>9</sup>Professora Adjunta da UFSJ-CSL, <sup>10</sup>Estudante de Engenharia agrônômica UFSJ-CSL

Universidade Federal de São João Del Rei, Sete Lagoas-MG Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas\_MG, Universidade Federal de São João Del Rei, São João Del Rei-MG, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE  
[pedroagroufsj@yahoo.com.br](mailto:pedroagroufsj@yahoo.com.br), [rafael.parrella@embrapa.br](mailto:rafael.parrella@embrapa.br), [schaffert@embrapa.br](mailto:schaffert@embrapa.br), [vanderfsouza@gmail.com](mailto:vanderfsouza@gmail.com),  
[michelejorgesilva@gmail.com](mailto:michelejorgesilva@gmail.com), [alvarofranca@hotmail.com](mailto:alvarofranca@hotmail.com), [ruane.alice29@gmail.com](mailto:ruane.alice29@gmail.com), [renan9105@yahoo.com.br](mailto:renan9105@yahoo.com.br), [nadia@ufsj.edu.br](mailto:nadia@ufsj.edu.br),  
[mateusatur@yahoo.com.br](mailto:mateusatur@yahoo.com.br)

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi a caracterização agroindustrial de híbridos de sorgo sacarino na região de sete lagoas - MG visando a produção de etanol. O experimento foi conduzido na Embrapa Milho e Sorgo localizada na cidade Sete lagoas Minas Gerais. As características avaliadas foram: Florescimento, altura de plantas, produção de massa verde, sólidos solúveis totais, e o índice multiplicativo tonelada de brix por hectare (TBH = PMV x Brix). Verificam-se diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre as cultivares avaliadas para as características Florescimento, produção de massa verde, extração e o índice TBH, mostrando que as cultivares diferem-se geneticamente entre si quanto a estes caracteres. O material 201340B010 foi o mais produtivo se comparado aos demais obtendo uma maior produtividade massa verde e sólidos solúveis totais, obtendo assim um melhor índice de TBH. O índice multiplicativo TBH resultou na discriminação de genótipos com performances fenotípicas satisfatórias para os caracteres avaliados.

**Palavras Chave:** Sorgo Sacarino, Alcool, Índice TBH..

### ABSTRACT

#### CHARACTERIZATION OF CULTIVARS *sweet sorghum* IN CENTRAL REGION OF MINAS GERAIS SEEKING PRODUCTION OF ETHANOL..

The objective of this work was the characterization of agroindustrial hybrid sorghum in the region of Sete Lagoas - MG aiming the production of ethanol. The experiment was conducted at Embrapa Maize and Sorghum located in Sete Lagoas Minas Gerais. The characteristics evaluated were: flowering, plant height, fresh weight, total soluble solids, and the multiplicative index ton of brix per hectare (TBH PMV = x Brix). There are significant differences ( $p \leq 0.05$ ) among cultivars for flowering, fresh weight, extraction and TBH index characteristics, showing that cultivars differ genetically among themselves up for these characters. The material 201340B010 was the most productive compared to the others for maximum productivity in fresh weight and total soluble solids, thus obtaining a better index of TBH. The multiplicative index TBH resulted in discrimination of genotypes with phenotypic satisfactory performances for all the traits.

**Keywords:** Sweet Sorghum, Alcohol, TBH Index.

### INTRODUÇÃO

Por apresentar-se como uma importante fonte para produção de etanol, o sorgo sacarino [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] está sendo estudado quanto aos aspectos agroindustriais para a produção desta energia renovável (Duraes et al., 2012). Dentre suas qualidades, o sorgo sacarino oferece alto potencial produtivo de biomassa e açúcares, semelhante à cana-de-açúcar (Parrella 2011).

Segundo May (2013), o sorgo sacarino é a planta que mais se adapta ao setor sucroalcooleiro, principalmente quando cultivado no verão, visando fornecer matéria-prima de qualidade para abastecer o mercado na entressafra da cana-de-açúcar, de forma a reduzir a instabilidade do mercado de etanol no Brasil.

Dentre as inúmeras vantagens do sorgo sacarino relatadas por May (2012) pode se destacar as seguintes: rapidez no ciclo (quatro meses); cultura totalmente mecanizável (plântio por sementes e colheita mecanizada); colmos suculentos com açúcares diretamente fermentáveis (produção de 40 a 60 t ha<sup>-1</sup> de colmos); utilização do bagaço como fonte de energia para a industrialização, para a cogeração de eletricidade ou ainda como forragem para alimentação de animais, o que contribui para um balanço energético favorável. Sendo assim, o sorgo sacarino é hoje uma espécie para elevar a quantidade produzida de etanol anualmente no Brasil, de forma segura, uma vez que não existe necessidade de mudança na cadeia sucroalcooleira.

Um dos pilares para o sucesso do sistema de produção de etanol, a partir do sorgo sacarino, consiste no desenvolvimento de matéria-prima de qualidade. O desenvolvimento de cultivares que atendam às características tecnológicas demandadas pelo setor sucroalcooleiro é um dos papéis dos programas de melhoramento genético. Além de produtivas, as cultivares também precisam ser estáveis, quanto às variações ambientais e responsivas às melhorias no ambiente. Como relatado anteriormente muitas características são levadas em consideração neste processo para obtenção desta cultivar, as correlações entre características podem influenciar positiva ou negativamente na seleção, portanto, devem ser observadas e avaliadas para ampliar os ganhos por ciclo de seleção.

As estimativas de correlações permitem prever o comportamento de uma característica quando se realiza a seleção em outra correlacionada. De maneira clássica, implica na viabilidade de se promover a seleção em uma característica de fácil mensuração, visando obter ganhos em outra de difícil avaliação ou de baixa herdabilidade. Possibilitando uma maior eficiência na seleção e redução no tempo de produção de uma cultivar. Diante do exposto, este trabalho objetivou a caracterização agroindustrial de cultivares de sorgo sacarino na região do centro-oeste do estado de Minas Gerais visando à produção de etanol.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Foram avaliadas 25 cultivares de sorgo sacarino, sendo 7 cultivares comerciais (sendo 3 híbridos CV198, CV 568, Sugargraze e 4 variedades BRS 506, BRS508, BRS 509 e BRS511), 6 variedades experimentais (CMSXS 629, CMSXS 630, CMSXS643, CMSXS644, CMSXS646, CMSXS647) e 12 híbridos experimentais (201340001, 201340002, 201340003, 201340004, 201340005, 201340006, 201340007, 201340008, 201340009, 201340010, 201340011, 201340012) do programa de melhoramento genético da Embrapa Milho e Sorgo, na cidade de Sete lagoas, situada no Centro-Oeste de Mineiro, na safra agrícola 2013/2014. O delineamento experimental foi feito em blocos casualizados, sendo 75 parcelas divididas em três repetições. As parcelas experimentais foram constituídas por duas fileiras de cinco metros, com espaçamento de 0,70 m entre linhas, obtendo uma população de 125.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Foram aplicados adubação de plantio de 400 kg.ha<sup>-1</sup> do formulado 08-28-16 e 200 kg.ha<sup>-1</sup> de ureia em cobertura.

As características avaliadas foram: Florescimento: número de dias do plantio até o florescimento, quando 50% das panículas estavam florescidas, altura de plantas (AP): altura média (m), das plantas de cada parcela, medidas da superfície do solo ao ápice da panícula; Peso de Matéria Verde (PMV) toneladas/hectares, obtido através da pesagem de uma linha de 5 metros da parcela e convertido para hectares; sólidos solúveis totais (Brix) determinado através de um refratômetro digital de leitura automática; Toneladas de Brix por hectare (TBH) que é o produto da multiplicação do PMV com o teor de sólidos solúveis totais (brix), (PMV x Brix).

Para análise dos dados foi empregado o programa Genes (Cruz, 2013) para comparação das médias foi aplicado o teste Scott-Knott (1974).

Foram obtidas as correlações de Pearson entre os pares de caracteres avaliados utilizando-se o programa Genes (Cruz 2013).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos das análises de variância para Florescimento, Altura de Plantas, Produção de Massa Verde, Sólidos Solúveis Totais e Toneladas de Brix por hectare estão apresentados na Tabela 1. Verificaram-se diferenças significativas ( $p < 0,01$ ) entre cultivares para todas as características avaliadas, exceto para a característica altura que não ocorreu diferença significativa entre as cultivares mostrando que as cultivares diferem geneticamente entre si quanto aos caracteres avaliados.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para florescimento (Flor), altura de plantas (Alt), produção de massa verde (PMV), em t.ha<sup>-1</sup>, Extração de Caldo (EXT), sólidos solúveis totais (SST), em graus brix e Tonelada de brix por hectare (TBH) obtida a partir da avaliação de 25 cultivares de sorgo sacarino, avaliadas em Sete Lagoas-MG, na safra agrícola 2013/2014.

**Table 1.** Summary of analysis of variance for flowering (flower), plant height (Alt), fresh weight (PMV) in t ha<sup>-1</sup>, total soluble solids (TSS), in degrees Ton brix and brix per hectare (TBH) obtained from the evaluation of 25 cultivars of sweet sorghum, evaluated in Sete Lagoas, Minas Gerais at harvest 2013/2014.

9º CONGRESSO INTERNACIONAL DE BIOENERGIA  
SÃO PAULO – SP – 05 A 07 DE NOVEMBRO DE 2013

FV	GL	Flor	Alt	PMV (t/há)	SST	TBH
Blocos	2	44.92	0.05	101.94	1.09	3.09
Tratamento	24	54.44**	0.07ns	117.42*	11.86*	6.73**
Resíduo	48	6.66	0.04	63.16	5.49	2.58
Média		75.84	3.25	48.32	12.38	6.11
CV(%)		3.4	6.35	16.45	18.93	26.27

\*\* e \* significativos a 1 e 5% de probabilidade; respectivamente; pelo teste F  
ns não-significativo; pelo teste F

Observou-se variações de 71 a 85 dias de florescimento, para altura não existindo diferença significativa variando as médias entre 3,07m e 3,63 m, 36,97 e 61,01 para produção de biomassa verde; 8,50 a 14,37 °Brix para sólidos solúveis totais no caldo e 3,07 e 9,12 toneladas de brix por hectare na Tabela 2.

**Tabela 2.** Valores médios para florescimento (Flor), altura de plantas (Alt), produção de massa verde (PMV), em t.ha-1, sólidos solúveis totais (SST), em graus brix, e produção toneladas de Brix por hectare (TBH), em t.ha-1, obtida a partir da avaliação de 25 cultivares de sorgo sacarino, avaliadas em Sete Lagoas-MG, na safra agrícola 2013/2014.

**Table 2.** Average flowering (flower), plant height (Alt), fresh weight (PMV) in t ha-1, total soluble solids (TSS), in degrees brix, and tons production per hectare Brix values (TBH) in t ha-1, obtained from the evaluation of 25 cultivars of sweet sorghum evaluated in Sete Lagoas, Minas Gerais at harvest 2013/2014.

Cultivares	Flor	AltPta	PMV T/ha	SST	TBH
201340B001	73.33 d	3.15 a	51.14 a	11.63 a	6.28 a
201340B002	71.00 d	3.30 a	51.50 a	11.70 a	6.38 a
201340B003	73.00 d	3.27 a	46.74 b	13.13 a	6.20 a
201340B004	75.00 c	3.07 a	41.41 b	13.47 a	4.06 b
201340B005	72.33 d	3.07 a	47.52 b	14.30 a	6.98 a
201340B006	72.33 d	3.20 a	54.15 a	12.53 a	6.98 a
201340B007	70.00 d	2.90 a	45.46 b	13.63 a	6.21 a
201340B008	73.00 d	3.13 a	42.29 b	13.70 a	5.84 b
201340B009	73.67 d	3.63 a	59.02 a	14.13 a	8.58 a
201340B010	77.00 c	3.23 a	61.01 a	14.37 a	9.12 a
201340B011	77.67 c	3.27 a	41.88 b	8.50 b	3.67 b
201340B012	73.33 d	3.43 a	53.44 a	14.13 a	7.73 a
CMSXS629	76.33 c	3.27 a	49.94 a	13.23 a	6.67 a
CMSXS630	79.67 b	3.23 a	47.70 b	12.90 a	6.54 a
CMSXS643	85.33 a	3.20 a	41.52 b	13.23 a	5.71 b
CMSXS644	74.33 d	3.37 a	45.88 b	6.67 b	3.07 b
CMSXS646	77.00 c	3.23 a	57.98 a	14.37 a	8.80 a
CMSXS647	76.33 c	3.33 a	52.22 a	9.83 b	5.18 b
BRS 506	84.33 a	3.23 a	55.57 a	9.57 b	5.45 b
BRS 508	80.67 b	3.53 a	50.06 a	13.77 a	7.11 a
BRS509	84.67 a	3.23 a	46.14 b	11.63 a	5.57 b
BRS 511	77.33 c	3.33 a	43.65 b	12.57 a	5.06 b
CV 198	73.00 d	3.07 a	36.97 b	13.03 a	5.16 b
CV 568	71.67 d	3.47 a	41.26 b	10.43 b	4.58 b
Sugargraze	73.67 d	3.20 a	43.44 b	13.13 a	5.82 b

<sup>a,b,c,d</sup> Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si.

**9º CONGRESSO INTERNACIONAL DE BIOENERGIA  
SÃO PAULO – SP – 05 A 07 DE NOVEMBRO DE 2013**

A produtividade média brasileira de cana-de-açúcar é de 69,407 kg.ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2013). A média geral neste trabalho foi igual a 48,36 t.ha<sup>-1</sup> num ciclo de 120 dias, ratificando o grande potencial do sorgo sacarino para produção de etanol no Brasil. Contudo, o experimento foi semeado no mês de janeiro, período que normalmente obtém-se menores produtividades com sorgo sacarino devido sua sensibilidade ao comprimento dia. May et al., 2013, obteve valores de PMV superiores a 80 t/há com semeadura em outubro/novembro, mostrando o potencial desta cultura. De qualquer forma, foi possível identificar híbridos com desempenho superior como 201340B001, 201340B002, 201340B006, 201340B009, 201340B010, 201340B012 e variedades CMSXS629, CMSXS646, 647, BRS 506 e BRS 508.

Os valores de sólidos solúveis totais obtidos neste experimento (tabela 2), estão aquém do potencial desta cultura, conforme observado por Souza et al., 2013 e May et al., 2013, que observaram valores em torno de 18 a 20 °B. Inclusive a variedade BRS 508 apresenta alta qualidade, com valores de SST superior a 20, quando a colheita é realizada no pico de maturação (Fernandes et al., 2014). Os baixos valores de SST observado neste trabalho se deve a colheita precoce realizada em torno de 110 dias após a semeadura e o pico, em geral, ocorre entre os 120 e 130 dias após a semeadura. Mesmo assim foi possível identificar híbridos com desempenho superior às variedades como 201340B003, 201340B004, 201340B005, 201340B007, 201340B008, 201340B009, 201340B010 e 201340B012.

O ideótipo de sorgo sacarino deve apresentar alta produtividade de massa verde com alto percentual de sólidos solúveis totais. Neste caso, o índice multiplicativo TBH, torna-se bastante útil na seleção de cultivares de sorgo sacarino, por combinar estes dois caracteres de importância para a cultura e este índice apresentar alta correlação e positiva com PMV e SST (tabela 3). Sendo assim, destacam-se os híbridos 201340B010 e 201340B012, bem como as variedades CMSXS646 e BRS 508.

**Tabela 3:** Estimativas das correlações entre as características: Florecimento (Flor), Altura de planta (Alt) produção de massa verde (PMV); extração de caldo (Extração); sólidos solúveis totais (SST); Tonelada de Briz por hectare (TBH). Obtidas pelo cultivo de 25 cultivares de sorgo sacarino, em Sete Lagoas - MG na safra 2013/2014.

**Table 3:** Estimates of correlations between traits: flowering (Flower), plant height (Alt) fresh weight (PMV); juice extraction (extraction); total soluble solids (TSS); Brix Ton per hectare (TBH). Obtained by growing 25 cultivars of sweet sorghum in Sete Lagoas - MG in harvest 2013/2014.

	Flor	AltPta	PMV T/ha	SST	TBH
Flor		0.1412	0.0589	-0.1373	-0.0571
AltPta			0.3585	-0.1682	0.1657
PMV T/ha				0.1899	0.751**
SST					0.7385**
TBH2					

\*,\*\*Significativo, pelo teste de t-student, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente

## CONCLUSÃO

Os híbridos 201340B010 e 201340B012, bem como as variedades CMSXS646 e BRS 508 apresentaram desempenho superior, associando altas produtividades com altos teores de sólidos solúveis totais no caldo.

O índice de TBH se correlacionou com as características de SST e PMV que são características desejadas no programa de melhoramento de sorgo sacarino, mostrando ser uma característica promissora na seleção de cultivares superiores.

## AGRADECIMENTOS

Embrapa Milho e Sorgo .

## 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

CONAB 2013 **Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar.** – v. 1 –Brasília : Conab, 2013- v.Disponível em: <http://www.conab.gov.br> Quadrimestral ISSN 2318-7921 1. Cana-de-Açúcar. 2. Safra. 3. Agronegócio. I. Título.

Durães (2012) **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

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, Oxford*, v. 71, p. 518-524, 2014.

May (2012) **Sistema Embrapa de produção agroindustrial de sorgo sacarino para bioetanol: Sistema BRS1G – Tecnologia Qualidade Embrapa** / editores técnicos André May ... [et al.]. – Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2012.120 p. : il. -- (Documentos / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1518-4277; 139).1. Sorgo. 2. Recurso energético. 3. Variedade. 4. Energia. I. May, André. II. Série

May (2013) **Cultivo de Sorgo Sacarino em Áreas de Reforma de Canaviais.** André May...[et al.], -- Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2013.36 p.:Il--(Documentos / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1679-1150) Desempenho Produtivo de Sorgo Sacarino Cultivado em Reforma de Canaviais nos Últimos Anos.

Parrella (2011) **BRS 509- Variedade de Sorgo Sacarino para Produção de Etanol.** Parrella... [ET al.]. .]. – Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2012.2 p. : il. -- (Documentos / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1679-0162).

SOUZA, V.F.; PARRELLA, R.A.C; TARDIN, S.D; COSTA, M.R; JUNIOR, G.A.C; SCHAFFERT, R.E. **ADA Stability and stability of sweet sorghum cultivars.** *Crop Breeding and Applied. Biotechnology*, v.13, n.2, 2013.