

## Caracterização de Cultivares de Sorgo Sacarino Visando a Produção de Etanol no Triângulo Mineiro

Pedro César de Oliveira Ribeiro<sup>1</sup>, Rafael Augusto da Costa Parrella<sup>2</sup>, Ana Maria Pereira Ribeiro<sup>1</sup>, Crislene Vieira dos Santos<sup>1</sup>, Mateus Saturnino Oliveira<sup>1</sup>, Vander Fillipe de Souza<sup>3</sup>, Ronaldo França Teixeira Neto<sup>1</sup>, Samuel Moreira Moura<sup>1</sup>, Alexandre Gonçalves Ferreira<sup>1</sup>, Luis Carlos de Andrade<sup>2</sup>, Alice Lagoeiro de Abreu<sup>1</sup>

### Resumo

O objetivo deste trabalho foi a caracterização agroindustrial de cultivares de sorgo sacarino no triângulo Mineiro visando a produção de etanol. O experimento foi conduzido na Usina de Santa Vitória na Fazenda Piratininga de Minas, S/ Zona Rural Santa Vitória – MG. As características avaliadas foram: altura de plantas, toneladas de colmo por hectare, extração do caldo, sólidos solúveis totais e produção de sólidos solúveis totais. Verificam-se diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre as cultivares avaliadas para as características de altura de plantas, toneladas de colmo por hectare, brix e produção total de sólidos solúveis, mostrando que as cultivares diferem-se geneticamente entre si quanto a estes caracteres. Os materiais XBSW80147, CMSXS5007, BR 501, Sugargraze, BRS 601 e CMSXS 647, apresentaram maiores produtividades de colmos com altos teores de brix no caldo. O índice PSST concatena as características do sorgo sacarino, diretamente relacionadas com a produção de etanol, mostrando-se muito útil na seleção de genótipos superiores.

### Introdução

O Sorgo Sacarino [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] apresenta-se como alternativa promissora para a produção de etanol, observando tanto os aspectos de vista industriais quanto agronômicos (Duraes et al., 2012). Este tipo de sorgo apresenta colmos suculentos com açúcares diretamente fermentáveis, tendo a vantagem de ser utilizado nas mesmas estruturas tanto de colheita, quanto de moagem e processamento da cana de açúcar em destilarias de etanol (Torres, 2012). Inicialmente, o sorgo sacarino está sendo proposto para plantio em áreas de canaviais em renovação, com plantio de outubro a dezembro e colheita de fevereiro a abril, cobrindo dessa forma, a entressafra da cana-de-açúcar e aumentando o número de dias trabalhos por ano. 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. Diante do exposto, este trabalho objetivou a caracterização agroindustrial de cultivares de sorgo sacarino no Triângulo Mineiro visando à produção de etanol.

### Material e Métodos

Foram avaliadas 25 cultivares de sorgo sacarino, sendo 5 híbridos comerciais (XBSW80141, XBSW80007, Sugargraze, V82391 e BRS601) e 20 variedades (BR501, BR505, BRS506, CMSXS 645, CMSXS630, BRS 511, BRS 508, CMSXS643, CMSXS644, CMSXS646, CMSXS648, CMSXS5000, CMSXS5001, CMSXS5002, CMSXS5003, CMSXS5004, CMSXS5005, CMSXS5006 e CMSXS5007) do programa de melhoramento genético da Embrapa Milho e sorgo, no município de Santa Vitória, na região do triângulo mineiro, na safra agrícola 2012/2013. O delineamento experimental foi feito em blocos casualizados, com três repetições. As parcelas experimentais foram constituídas por quatro fileiras de cinco metros, espaçadas 0,70 metros, população de 125.000 plantas ha<sup>-1</sup>, 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: altura de plantas (AP): altura média (m), das plantas de cada parcela, medidas da superfície do solo ao ápice da panícula.

<sup>1</sup> Graduando Universidade federal de São João Del rei UFSJ: [pedroagroufsj@yahoo.com.br](mailto:pedroagroufsj@yahoo.com.br), [anamaria.ufsj@yahoo.com.br](mailto:anamaria.ufsj@yahoo.com.br), [mateusatur@yahoo.com.br](mailto:mateusatur@yahoo.com.br); [cris-vieira15@hotmail.com](mailto:cris-vieira15@hotmail.com); [luis.andradeagronomia@gmail.com](mailto:luis.andradeagronomia@gmail.com); [samuelmouirama@hotmail.com](mailto:samuelmouirama@hotmail.com); [alexandregf.17@hotmail.com](mailto:alexandregf.17@hotmail.com); [rona.neto@hotmail.com](mailto:rona.neto@hotmail.com); [alicelagoeiro@hotmail.com](mailto:alicelagoeiro@hotmail.com)

<sup>2</sup> Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo, [rafael.parrella@embrapa.br](mailto:rafael.parrella@embrapa.br)

<sup>3</sup> Doutorando do programa de Pós-Graduação em Bioengenharia UFSJ, [vanderfsouza@gmail.com](mailto:vanderfsouza@gmail.com)

cula; toneladas de colmo por hectare, que foi obtido através da pesagem de todos os colmos sem folhas de cada parcela colhidas na maturidade fisiológica dos grãos, sendo os dados convertidos para  $t\ ha^{-1}$ ; extração de caldo (Ext): Porcentagem de caldo extraído, a partir de uma amostra de 500g dos colmos desfibrados e homogêneos, em prensa hidráulica de acordo com a metodologia sugerida pelo (Consecana, 2006); sólidos solúveis totais (SST): os teores de sólidos solúveis totais do caldo extraído dos colmos forma mensurados por meio de refratômetro digital de leitura automática, com resultado em graus brix; e produção de sólidos solúveis totais (PSST), em  $t\ ha^{-1}$ , obtidos pelo produto de três caracteres, TCH x extração (em unidade) x SST (em unidade) de cada parcela. Para análise dos dados foi empregado o programa Sisvar e para comparação das médias foi aplicado o teste Scott-Knott (1974).

## Resultados e Discussão

O resumo das análises de variância para altura (AP), tonelada de colmo por hectare (TCH), extração de caldo (Ext), sólidos solúveis totais (Brix) e produção de sólidos solúveis totais (PSST) e estão apresentadas na tabela 1. Foram verificadas diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ), entre as cultivares avaliadas para as características altura de plantas, toneladas de colmo por hectare, brix e produção total de sólidos solúveis, mostrando que as cultivares diferiram geneticamente entre si quanto a estes caracteres. Para extração de caldo não houve diferença significativa entre as cultivares avaliadas. Na tabela 2, estão apresentados os valores médios para altura (AP), tonelada de colmo por hectare (TCH), extração de caldo (Ext), sólidos solúveis totais (Brix) e produção de sólidos solúveis totais (PSST). A altura de planta variou de 2,15 e 3,00 metros, o TCH de 26,07 e 67,16  $t\ ha^{-1}$ , o brix de 11,67 e 18,46 °B e o PSST com valores entre 1,83 e 5,87  $t\ ha^{-1}$ .

Para produção de etanol, o ideótipo das cultivares de sorgo sacarino são aquelas que agregam alta produção de colmos com altos teores de sólidos solúveis no caldo. Desta forma, os materiais XBSW80147, CMSXS5007, BR 501, Sugargraze, BRS 601 e CMSXS 647, apresentaram maiores produtividades de colmos com altos teores de brix no caldo. O índice PSST concatena as características do sorgo sacarino relacionadas com a produção de etanol, mostrando-se muito útil na seleção de genótipos superiores. Assim, os genótipos com maiores valores de PSST são concordantes com aqueles de maior TCH e Brix (XBSW80147, CMSXS5007, BR 501, BRS 601 e CMSXS 647). Neste caso, vale a pena destacar a cultivar CMSXS 647, que foi classificada dentro do grupo de maior TCH, mas com melhor qualidade (maior brix). O sorgo sacarino, assim como na cana de açúcar, possui alto custo para corte, carregamento e transporte (CCT), que gira em torno de 40% dos custos totais (May, 2012). Portanto, o transporte de materiais com melhor qualidade deve ser priorizado para reduzir os custos de produção. As cultivares BRS 511 e BRS 508 são variedades desenvolvidas pelo programa de melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo, as quais apresentaram TCH acima da média, 47,4 e 46,8  $t\ ha^{-1}$  e maiores teores de brix, 16,2 e 17,5 °B, respectivamente. Estas cultivares apresentam maior potencial na produtividade de colmos, conforme verificado por (Parrella et al., 2012). Contudo, em solos arenosos e de baixa fertilidade como este onde foi conduzido o ensaio, reduzem o potencial produtivo das variedades. Em geral, nestes ambientes, os híbridos são mais competitivos em termos de produção de biomassa, mas apresentam menor qualidade em termos de açúcares (brix).

Deve-se ressaltar que a produtividade média brasileira de TCH da cana-de-açúcar é de 69,824  $kg\ ha^{-1}$  (CONAB, 2012). A média geral de TCH neste trabalho foi igual a 41,53  $t\ ha^{-1}$  e brix médio de 15,47, num ciclo de 120 dias, ratificando o grande potencial do sorgo sacarino para produção de etanol no Brasil. E ainda, foi possível identificar cultivares com maior adaptação para a região do triângulo mineiro, os quais associam alta produção de colmos com alta qualidade do caldo. Além disso, o sorgo sacarino está sendo proposto inicialmente para plantio em áreas de renovação de canaviais, com plantio de outubro a dezembro e colheita em Fevereiro a Abril, ou seja, colheita na entressafra da cana de açúcar, ampliando a oferta do combustível sem a necessidade de expansão de novas áreas.

Tabela 1) Resumo da análise de variância, para altura de plantas (AP), toneladas de caule por hectare (TCH), extração do caldo (EXT), sólidos solúveis totais (SST), em graus brix, e produção de sólidos solúveis totais (PSST), em t.ha<sup>-1</sup> obtida a partir da avaliação de 25 cultivares de sorgo sacarino, avaliadas em Santa Vitoria-MG, na safra agrícola 2012/2013.

FV	GL	QM				
		AP (m)	TCH (t.ha <sup>-1</sup> )	EXT (%)	Brix (°B)	PSST (t.ha <sup>-1</sup> )
Blocos	2	0.17	44,81	42,49	0,79	0,73
Cultivares	24	0.13**	468,42**	26,08	9,54**	3,86**
Erro	47	0.04	21,91	18,84	1,35	0,44
CV(%)		7.71	11,27	7,12	7,52	17,16
Média		2.63	41,53	60,97	15,47	3,89

\*\* é \* significativo a 1% e 5% de probabilidade; respectivamente pelo teste de F;

Tabela 2) Teste de médias para as características de altura de plantas (AP), toneladas de caule por hectare (TCH), extração do caldo (EXT), sólidos solúveis totais (SST), em graus brix, e produção de sólidos solúveis totais (PSST), em t.ha<sup>-1</sup>, obtida a partir da avaliação de 25 cultivares de sorgo sacarino, avaliadas em Santa Vitoria -MG, na safra agrícola 2012/2013.

Cultivares	Altura	TCH	Extração	Brix	PSST
XBSW80147	2,70 a	67,20 a	57,80 a	15,10 b	5,87 a
CMSXS5007	2,80 a	57,40 b	63,90 a	15,50 b	5,67 a
BR501	2,60 b	57,30 b	60,50 a	14,70 b	5,11 a
Sugargraze	3,00 a	55,90 b	53,90 a	13,10 c	4,14 b
BRS601	2,60 a	55,70 b	59,00 a	15,60 b	5,11 a
CMSXS647	2,90 a	52,70 b	65,00 a	16,50 a	5,62 a
XBSW80007	2,80 a	48,60 c	63,10 a	14,90 b	4,60 b
BRS 511	2,80 a	47,40 c	62,80 a	16,20 b	4,83 b
CMSXS644	2,80 a	47,20 c	63,50 a	12,90 c	3,86 c
CMSXS5000	2,80 a	47,20 c	60,50 a	16,10 b	4,59 b
V82391	2,70 a	47,00 c	62,10 a	12,40 c	3,60 c
BRS 508	3,00 a	46,80 c	59,10 a	17,50 a	4,83 b
CMSXS5006	2,40 b	41,8 c	60,70 a	14,50 b	3,67 c
CMSXS648	2,70 a	40,00 d	65,00 a	12,80 c	3,35 c
CMSXS630	2,70 a	38,60 d	61,90 a	15,80 b	3,76 c
CMSXS646	2,50 b	37,10 d	65,20 a	17,30 a	4,24 b
CMSXS5001	2,30 b	35,80 d	58,30 a	16,70 a	3,49 c
CMSXS5004	2,50 b	33,60 d	58,10 a	15,60 b	3,04 c
BRS506	2,60 b	32,60 d	63,30 a	15,40 b	3,2 c
CMSXS5003	2,20 b	28,20 e	55,60 a	18,50 a	2,89 c
CMSXS5005	2,30 b	27,30 e	58,70 a	17,60 a	2,82 c
CMSXS643	2,40 b	26,10 e	63,10 a	16,80 a	2,76 c
BR505	2,60 a	26,00 e	61,20 a	17,80 a	2,82 c
CMSXS 645	2,60 a	24,80 e	62,40 a	16,00 b	2,48 c

---

CMSXS5002                      2,50    b        18,60    e        59,60    a        11,70    c        1,30    d

\* Médias seguidas da mesma letra na coluna, são iguais entre si pelo teste SCOTT-KNOTT (1974) a 5%.

### Agradecimentos

Projeto Sweetfuel, Energia Renovável do Brasil – ERB, Usina Santa Vitória, Fapemig e ao CNPq, pelo apoio na divulgação dos trabalhos.

### Referências

- CONAB (2012) Companhia Nacional de Abastecimento. **2º Levantamento da cana-de-açúcar :agosto/2011**. Brasília, 2010  
 <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11\\_08\\_30\\_13\\_41\\_19\\_boletim\\_cana\\_portugues\\_-\\_agosto\\_2011\\_2o\\_lev.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_08_30_13_41_19_boletim_cana_portugues_-_agosto_2011_2o_lev.pdf)> Acesso em 24 de maio de 2013
- 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
- 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.
- Parrella (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. Cap.14
- Torres et al (2012) **Caracterização de Cultivares de Sorgo Sacarino no Norte de Minas Gerais Visando a Produção de Etanol**, XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO - Águas de Lindóia - 26 a 30 de agosto de 2012
- Parrella et al (2010) **Desempenho de cultivares de sorgo sacarino em diferentes ambientes visando a produção de etanol**, XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2010, Goiânia Associação Brasileira de Milho e Sorgo. CD-Rom .
- Conselho dos Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo. Manual de Instruções / Edição /CONSECANA-SP**, Piracicaba-SP, 2006.112 p.  
 1. Cana-de-Açúcar-Qualidade de Matéria Prima  
 2. Cana-de-Açúcar: Sistema de Remuneração  
 3. Cana-de-Açúcar: Relacionamento Fornecedor-Indústria CDU 664.11 (083.74)