

Desempenho Agronômico de Genótipos de Sorgo Sacarino Cultivados em Sinop-MT na Safra 2011/12

Flávio Dessaune Tardin¹, Estevão Cunha Casasanta², Rafael Augusto da Costa Parrella³, Alexandre Ferreira da Silva⁴, Aisy Botega Baldoni⁵, Max Campos de Souza⁶, Andreia Alves Botin⁷, Ildefonsa Benitez Zanatto⁸, Edison Ulisses Ramos Junior⁹ e Robert Eugene Schaffert¹⁰

^{1,3,4,8}Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. ¹flavio.tardin@embrapa.br, ³parrella@cnpms.embrapa.br, ⁴alexandre.silva@embrapa.br e ¹⁰schaffer@embrapa.br. ^{2,8}Acadêmicos da Universidade Federal do Mato Grosso e estagiários da Embrapa. ²estevaocasasanta@gmail.com e ⁸ildefonsa_2007@hotmail.com. ⁵Embrapa Agrossilvipastoril. ⁵aisy.baldoni@embrapa.br. ⁶Empaer. ⁶maxcs2509@yahoo.com.br. ⁷bolsista DTI/Cnpq. ⁷andreibotin@hotmail.com.

RESUMO – A cultura do sorgo sacarino desponta como alternativa para produção de etanol na entressafra da cana-de-açúcar. Este trabalho avaliou o comportamento agronômico de 25 genótipos de sorgo sacarino em Sinop-MT, na safra 2011/2012, utilizando-se o delineamento de blocos casualizados, com três repetições. As características avaliadas – florescimento, altura, massa verde da parte aérea e de colmos, volume de caldo e sólidos solúveis totais do caldo (Brix). – demonstraram diferenças significativas entre genótipos. O florescimento dos genótipos variou de 60 a 72 dias após o plantio; suas alturas variaram de 2,41 a 3,38 m; a massa verde de parte aérea e de colmo variaram de 19,59 a 75,12 t ha⁻¹ e 20,25 a 57,8 t ha⁻¹, respectivamente. Quanto ao volume de caldo produzido e Brix, os valores obtidos variaram de 8.900 a 19.100 L ha⁻¹ e 6,6 a 19,4 °Brix, respectivamente. Ressalva-se que os volumes de caldo observados estão subestimados, uma vez que a maneira e os equipamentos utilizados para extração do caldo são inferiores àqueles utilizados nas destilarias. Observou-se relativa superioridade das variedades sacarinas em relação aos híbridos quando se refere ao Brix. As variedades CMSXS 630, CMSXS 634 e CMSXS 647 se destacaram pela sua produção de caldo e Brix.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor*, etanol, melhoramento genético, brix.

Introdução

Uma alternativa para a produção de etanol é, sem dúvida nenhuma, a diversificação de culturas capazes de substituir ou serem complementares a cana-de-açúcar. Dentre tais culturas, destaca-se o sorgo sacarino [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] que, segundo Lipinski e Kresovich (1982), possui grande potencial energético como fonte de energia renovável, ficando apenas atrás da cana-de-açúcar e da beterraba. A espécie, originária da África, pode ser utilizada pelas usinas alcooleiras no período de entressafra da cana-de-açúcar.

O sorgo sacarino tem se destacado nas pesquisas por possuir rapidez no ciclo de produção (90 a 120 dias), relativo teor de açúcares fermentáveis no colmo, facilidade de cultivo e elevada produção de biomassa. Além disso, possui diversos mecanismos de tolerância à seca, o que viabiliza sua produção em áreas semiáridas e em regiões fora do zoneamento agrícola da cana-de-açúcar (EMBRAPA, 2011).

Os resultados obtidos vêm sendo satisfatórios em níveis de produtividade, precocidade na obtenção do caldo e, principalmente, na quantidade de açúcares totais presentes nele, o que leva o sorgo sacarino a ser uma excelente opção para incremento da produção nacional de álcool anidro e álcool hidratado, bem como outros subprodutos, como ração, açúcares, amido e melado, além de produzir grãos que podem ser utilizados na alimentação humana (TEIXEIRA et al., 1997). Outra possibilidade de uso procura atender o sistema de produção voltado para agricultura familiar e para cooperativas de produtores baseados em micro e minidestilarias de etanol ou produção de aguardente (RIBEIRO FILHO et al., 2008).

Os programas de melhoramento genético e de sistemas de produção da Embrapa Milho e Sorgo conduzem experimentos com variedades do sorgo sacarino em diversas regiões do Brasil. A pesquisa visa avaliar a capacidade de adaptação geográfica, climática e o potencial de produção das variedades estudadas, buscando conhecer dados como: florescimento, altura de plantas, estande, massa verde do colmo, massa verde total da parte aérea, diâmetro de colmo, acamamento de plantas, volume de caldo e teor de sólidos solúveis totais no caldo.

Visando obter dados relevantes da cultura para o panorama produtivo agrícola brasileiro, no que se refere a produção de biocombustíveis e diminuição da emissão de gases do efeito estufa, o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento de genótipos de sorgo sacarino em Sinop-MT.

Material e Métodos

Na safra 2011/2012, objetivando avaliar o desempenho agrônomo de 25 genótipos de sorgo sacarino, foi implantado na Fazenda Experimental da Embrapa Agrossilvipastoril, localizada no município de Sinop-MT, um experimento de campo.

O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso com três repetições e 25 genótipos de sorgo sacarino. Dentre estes, sete eram híbridos e os demais, variedades. As parcelas experimentais foram constituídas de quatro fileiras de 5 m, espaçadas de 0,75 m, sendo as duas fileiras centrais consideradas como parcelas úteis. O plantio ocorreu em 29 de novembro de 2011 e utilizou-se volume de sementes suficiente, para que, após desbaste realizado 30 dias após a emergência das plantas, as parcelas úteis ficassem com 90 plantas, simulando uma população de 120.000 plantas ha⁻¹.

As características avaliadas foram: 1) Altura de plantas (AP): medida com régua graduada em cm, da base da planta até a ponta da panícula; 2) Número de dias para o florescimento (NDF): número de dias decorridos do plantio até a data em que pelo menos

50% das plantas da parcela se encontravam com pelo menos as flores do terço superior da panícula liberando pólen; 3) Massa verde da parte aérea (MVPA): massa verde da parte aérea (colmos, folhas e panículas) das plantas existentes na área útil da parcela cortadas a 10 cm do solo e conversão dos dados para $t\ ha^{-1}$; 4) Massa de colmos verdes (MCV): massa dos colmos verdes das plantas da parcela sem folhas e sem panículas; 5) Volume de caldo (VC): volume do caldo extraído dos colmos de 10 plantas colhidas aleatoriamente da parcela depois de passados uma única vez em moenda. O volume obtido foi transformado em $L\ ha^{-1}$; e 6) Teor de sólidos solúveis totais (Brix): determinado em refratômetro digital de leitura automática, com correção automática de temperatura e resolução máxima de $0,1^\circ$ Brix, de acordo com método proposto pela AOAC (1990).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, posteriormente, as médias das características dos diferentes genótipos foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade. Para tais análises, foram utilizados os recursos computacionais do programa GENES (CRUZ, 2006).

Resultados e Discussão

Na Tabela 1, é apresentado o coeficiente de variação das características avaliadas. Enquanto o menor coeficiente de variação observado foi para a característica número de dias para o florescimento (NDF), com valor de 1,46%, o volume de caldo (VC) demonstrou o maior coeficiente de variação no valor de 26,5%. Comparando-se os valores dos coeficientes de variação observados na Tabela 1 com a classificação proposta por Gomes (1985), os coeficientes de variação de NDF e altura de plantas (AP) podem ser considerados como baixos, MVPA e Brix, como médios e, para as demais características, como altos.

Ainda na Tabela 1, são apresentados os quadrados médios obtidos para as fontes de variação do delineamento utilizado. Observaram-se diferenças significativas entre genótipos para todas as características avaliadas, indicando, assim, presença de variabilidade genética entre os materiais testados e a possibilidade de identificação daqueles com características morfoagronômicas superiores a região de cultivo.

A Tabela 2 apresenta a média das características para os diferentes genótipos. Observa-se que os genótipos floresceram em média aos 64 dias após plantio, sendo que os mais precoces (CMSXS 636, V82392 e V82393) floresceram aos 60 dias, enquanto o mais tardio (BR 501) floresceu aos 72 dias. Neste intervalo observado, foram formados sete grupos de médias de florescimento pelo teste de Scott-Knott, demonstrando ser a característica com

maior variabilidade. Para altura de plantas, cujos valores variaram de 2,41 m a 3,38 m, ocorreu a formação de três grupos de médias.

Em relação à massa verde de parte aérea (MVPA) e massa de colmo verde (MCV), apenas dois grupos de médias foram formados, coincidindo que os genótipos pertencentes ao grupo com as menores médias para MCV foram os mesmos do grupo de menores médias para MVPA, com exceção do híbrido XBSW80007, que ficou agrupado para MVPA junto com os genótipos de maiores médias (Tabela 2).

Quanto ao volume de caldo verde (VC) produzido e o teor de sólidos solúveis totais (Brix), características diretamente relacionadas com a produção de etanol, os valores obtidos variaram de 8.900 a 19.100 L ha⁻¹ e 6,6 a 19,4 °Brix, respectivamente (Tabela 2). Ressalva-se que os volumes de caldo observados neste trabalho estão subestimados, uma vez que a maneira e o equipamento utilizados para extração do caldo possuem eficiência inferior àqueles utilizados nas destilarias. Entretanto, pelo fato de a metodologia aplicada ter sido a mesma para todos os genótipos, os valores obtidos servem para identificação de genótipos que se destacaram visando à produção de etanol.

Assim, para VC e Brix foram formados dois e três grupos de médias, respectivamente. Verificou-se que nenhum híbrido foi agrupado junto aos genótipos de maiores Brix apesar de alguns deles (XBSW80147 e Sugargraze) estarem no grupo de genótipos com maior VC. Em geral, os híbridos tiveram um valor médio de 8,7 °Brix, enquanto essa média para variedades foi de 15,6 °Brix.

Ratnavathi et al. (2010) e Audilakshmi et al. (2010) preconizam que para um bom processo fermentativo é preciso genótipos de sorgo que se mostrem superiores para produção de etanol em termos de °Brix, facilidade de extração e volume do caldo, açúcares fermentáveis totais, rendimento de etanol e eficiência da fermentação. Os únicos genótipos que se classificaram nos melhores grupos de médias, tanto para volume do caldo como para Brix, foram as variedades CMSXS 630, CMSXS 634 e CMSXS 647, que se destacaram, assim, para cultivo na região testada.

Pelo fato de a colheita ter sido realizada numa mesma data, e pela grande variabilidade observada para florescimento dos genótipos, alguns genótipos, principalmente os mais precoces, podem ter sido prejudicados na avaliação por já terem passado da época adequada de colheita, e terem seu caldo e/ou seu Brix diminuídos. Assim, recomenda-se, em trabalhos futuros, realizar experimentos de avaliações de desempenho com genótipos com ciclos semelhantes de desenvolvimento ou, na impossibilidade disso, colher os materiais em função da sua maturação fisiológica.

Conclusões

Observou-se relativa superioridade das variedades sacarinas em relação aos híbridos quando se refere ao teor de sólidos solúveis (Brix). As variedades CMSXS 630, CMSXS 634 e CMSXS 647 se destacaram pela sua produção de caldo e Brix. Novos testes, em diferentes locais e anos, devem ser realizados para recomendação segura de cultivo de sorgo sacarino no Mato Grosso.

Agradecimentos

Aos assistentes, bolsistas e estagiários da Embrapa Agrossilvipastoril que contribuíram para a realização deste trabalho, em especial ao Técnico Agrícola André Costa Coutinho, que não mediu esforços para condução deste experimento e à FAPEMIG pelo apoio financeiro para divulgação desta pesquisa.

Literatura Citada

AUDILAKSHMI, S.; MALL, A. K.; SWARNALATHA, M.; SEETHARAMA, N. Inheritance of sugar concentration in stalk (brix), sucrose, stalk and juice yield in sorghum. *Biomass and Bioenergy*, Oxford, v. 34, n. 6, p. 813-820, 2010.

CRUZ, C. D. Programa Genes: estatística experimental e matrizes. Viçosa, MG: UFV, 2006. 285 p.

EMBRAPA – EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA – Cultivo do sorgo. Disponível em: < http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_7_ed/index.htm >. Acesso em: 30 dezembro 2011.

GOMES, F. P. Curso de estatística experimental. 11. ed. São Paulo: Livraria Nobel, 1985.

LIPINSKI, E. S.; KRESOVICH, S. Sugar crops as a solar energy converters. *Experientia*, Basel, v. 38, p. 13-17, 1982.

RATNAVATHI, C. V.; SURESH, K.; VIJAY KUMAR, B. S.; PALLAVI, M.; KOMALA, V. V.; SEETHARAMA, N. Study on genotypic variation for ethanol production from sweet sorghum juice. *Biomass and Bioenergy*, Oxford, v. 34, p. 947-952, 2010.

RIBEIRO FILHO, N. M.; FLORÊNCIO, I. M.; ROCHA, A. S.; DANTAS, J. P.; FLORENTINO, E. R.; SILVA, F. L. H. Aproveitamento do caldo do sorgo sacarino para produção de aguardente. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v. 1, p. 9-16, 2008.

TEIXEIRA, C. G.; JARDINE, J. G.; BEISMAN, D. A. Utilização do sorgo sacarino como matéria prima complementar à cana-de-açúcar para obtenção de etanol em microdestilaria. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 17, n. 3, p. 221-229, 1997.

Tabela 1. Resumo da análise de variância com as fontes de variação (FV), seus respectivos quadrados médios e graus de liberdade (GL) e estimativas dos coeficientes de variação (CV) e das médias, para as características número de dias para o florescimento (NDF), altura de plantas (AP), massa verde da parte aérea, massa de colmo verde, volume de caldo (VC) e teor de sólidos solúveis totais (Brix), obtidas num experimento com 25 genótipos de sorgo sacarino cultivado em Sinop-MT, no ano agrícola de 2011/2012

F V	GL	Quadrado Médio1/					
		NDF	AP	MVPA	MCV	VC	BRIX
Bloco	2	7,093	0,011	436337856	280775424	55120656	13,792
Genótipo	24	24,563**	0,146**	288640208**	195715712**	28050332**	42,975**
Resíduo	48	0,885	0,020	95755256	61730624	12092306	2,238
CV (%)		1,46	5,22	19,59	20,25	26,5	10,96

** significativo pelo teste F, a 1% de probabilidade

Tabela 2. Médias¹ das características número de dias para o florescimento (NDF), altura de planta (AP), massa verde da parte aérea (MVPA), massa de colmo verde (MCV), volume de caldo (VC), e sólidos solúveis totais (Brix) e seus respectivos coeficientes de variação (CV), de 25 cultivares de sorgo sacarino cultivados no município de Sinop-MT, na Safra 2011/12.

Genótipo ¹	NDF (Dias)	AP (m)	MVPA (t/ha)	MCV (t/ha)	VC (L/ha)	Brix (°Brix)
BR501 (V)	72 a	2.62 c	53.44 a	42.9 a	16200 a	9.5 c
XBSW80007 (H)	63 e	2.70 c	55.28 a	37.3 b	10300 b	12.9 b
XBSW80147 (H)	65 d	2.74 c	47.6 b	35.0 b	13400 a	9.1 c
BR505 (V)	63 e	2.67 c	57.36 a	48.0 a	16660 a	15.9 b
BRS506 (V)	65 d	2.52 c	39.84 b	34.3 b	11400 b	14.2 b
BRS507 (V)	67 c	2.75 c	50.24 a	44.3 a	16600 a	15.0 b
CMSXS629 (V)	65 d	2.82 b	52.4 a	44.2 a	16660 a	14.6 b
CMSXS630 (V)	68 c	3.18 a	58.24 a	48.5 a	16700 a	16.8 a
CMSXS633 (V)	64 d	2.58 c	37.12 b	34.4 b	11600 b	14.3 b
CMSXS634 (V)	64 d	2.85 b	54.32 a	43.8 a	14700 a	17.0 a
CMSXS635 (V)	64 d	2.58 c	57.12 a	39.5 a	13600 a	14.9 b
CMSXS636 (V)	60 g	2.54 c	39.24 b	27.4 b	9040 b	14.7 b
CMSXS637 (V)	64 e	2.69 c	42.88 b	34.3 b	10700 b	17.3 a
CMSXS639 (V)	62 f	2.41 c	40.96 b	31.3 b	9840 b	14.0 b
CMSXS642 (V)	67 c	2.95 b	42.24 b	33.7 b	8900 b	19.4 a
CMSXS643 (V)	68 c	2.84 b	51.48 a	41.5 a	13040 b	17.7 a
CMSXS644 (V)	70 b	3.38 a	75.12 a	57.8 a	16600 a	15.6 b
CMSXS646 (V)	62 f	2.91 b	38.64 b	33.0 b	11400 b	15.8 b
CMSXS647 (V)	63 e	2.77 c	65.6 a	53.4 a	19100 a	18.0 a
CMSXS648 (V)	64 e	2.67 c	60.88 a	43.5 a	15420 a	15.8 b
BRS601 (H)	64 d	2.44 c	44.8 b	30.6 b	11500 b	6.6 c
Sugargraze (H)	64 e	2.88 b	59.2 a	42.3 a	15280 a	8.8 c
V82391 (H)	63 e	2.54 c	36.96 b	26.0 b	9320 b	8.0 c
V82392 (H)	60 g	2.55 c	41.84 b	29.6 b	9300 b	7.2 c
V82393 (H)	60 g	2.71 c	45.92 b	33.3 b	10800 b	8.0 c
Média Geral	64	2.73	49,95	38,8	13122	13,6
Máximo	72	3,38	75,12	57,8	19100,0	19,4
Mínimo	60	2,41	36,96	26,0	8900,0	6,6

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade. ²V = variedade e H = híbrido.