

Período de utilização industrial de genótipos-elite de sorgo sacarino.

Daniela Oliveira Ornelas⁽¹⁾; Patrícia Cardoso Andrade⁽²⁾; Jales Mendes Oliveira Fonseca⁽²⁾; Gabrielle Maria Romeiro Lombardi⁽²⁾; José Airton Rodrigues Nunes⁽³⁾; Rafael Augusto da Costa Parrella⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Graduação em agronomia, bolsista de iniciação científica pelo Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq); Universidade Federal de Lavras (UFLA); Lavras, Minas Gerais; dani.ornelas@hotmail.com; ⁽²⁾ Mestrandos em Genética e Melhoramento de Plantas; Universidade Federal de Lavras; Lavras – MG; ⁽³⁾ Professor Adjunto do Departamento de Biologia; Universidade Federal de Lavras; ⁽⁴⁾ Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo.

RESUMO: O sorgo sacarino [*Sorghum Bicolor* (L.) Moench] vem sendo muito estudado nos últimos tempos por seu potencial bioenergético, que viabiliza seu uso na entressafra da cana-de-açúcar para produção de etanol, reduzindo o período ocioso das usinas sucroalcooleiras. O objetivo deste trabalho foi determinar o período de utilização industrial (PUI), bem como destacar os genótipos de melhor desempenho para a região de Lavras-MG. O ensaio foi implantado no município de Lavras, Minas Gerais. Foram avaliados oito genótipos em oito épocas de corte [93, 100, 107, 114, 121, 128, 136 e 142 dias após a semeadura (DAS)]. Os genótipos foram dispostos em faixas de oito linhas de 5,0m, espaçadas de 0,60m. Cada parcela foi constituída por uma linha de 5,0m. As características avaliadas foram produção de massa verde (t/ha), teor de sólidos solúveis totais (°Brix), porcentagem de caldo extraído (%) e toneladas de brix por hectare. Foi realizada a análise de variância com aplicação do teste F. As médias dos genótipos foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott. Para caracterizar a curva de maturação, foi feita a análise de regressão para as épocas de corte. Todas as características apresentaram diferenças significativas entre as épocas ($P < 0,05$), e entre os genótipos apenas PMV não apresentou diferença significativa. A equação quadrática ilustrou o comportamento de cada característica ao longo das épocas. Analisando o teor de SST, o PUI para a região de Lavras-MG é de 28 dias, podendo ter início a partir dos 114 DAS. Os híbridos 201512B017 e 201518B079 apresentaram melhor desempenho na região.

Termos de indexação: *sorghum bicolor*, biocombustível, curva de maturação.

INTRODUÇÃO

A procura por novas fontes de biocombustíveis tem aumentado nos últimos anos. Boa parte devido aos danos ambientais causados pela queima de combustíveis fósseis e também ao receio de que futuramente as fontes dos combustíveis fósseis não sejam suficientes para suprir a demanda mundial por combustíveis (Rooney et. al. 2007). Dentre os biocombustíveis com maior destaque têm-se o etanol, que tem como matéria-prima principal a cana-de-açúcar, mas que pode ser obtido por outras culturas, como o sorgo sacarino [*Sorghum Bicolor* (L.) Moench], por exemplo.

O sorgo se apresenta viável para a produção de etanol por apresentar colmos dotados de açúcares diretamente fermentáveis, assim como a cana-de-açúcar, além de apresentar ciclo curto (quatro meses) e utilizar basicamente os mesmos equipamentos para o processamento da cana-de-açúcar (Souza, 2011).

Algumas características são de extrema importância no processo produtivo do etanol, tais como a formação de caldo e a produção de açúcares totais. Visando o máximo aproveitamento da cultura pela indústria, faz-se necessário o estudo do seu período de utilização industrial (PUI), que delimita a época adequada da colheita de modo que não haja perda de características desejáveis para a usina. Programas de melhoramento de sorgo sacarino estão sendo feitos objetivando a ampliação da janela de colheita, de modo que as características de interesse se mantenham estáveis por um período mais longo, garantindo a flexibilidade das usinas (Torres, 2016). Sabendo da

importância do PUI, este trabalho tem como objetivo determinar o período de utilização industrial do sorgo sacarino, bem como destacar os genótipos de melhor desempenho na região de Lavras-MG.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Centro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Agropecuária – Muquém, na cidade de Lavras-MG na safra de 2015/2016. Foram utilizados oito genótipos-elite pertencentes ao programa de melhoramento genético da Embrapa Milho e Sorgo (201438B02, 201512B015, 201512B017, 201518B015, 201518B079, BRS 508, BRS511 e CV198). Foi conduzido um ensaio não-repetido com os genótipos dispostos lado-a-lado. Cada genótipo foi semeado em oito linhas de 5,0m com espaçamento de 0,6m. Cada linha foi atribuída a uma diferente época de corte, totalizando oito épocas (93, 100, 107, 114, 121, 128, 135 e 142 dias após a semeadura).

As características avaliadas foram: florescimento (FLOR) em dias, produção de massa verde (PMV) em t/ha, extração (EXT) expresso em percentual; sólidos solúveis totais (SST) em °Brix, e tonelada de Brix por Hectare (TBH), determinado pela união das características citadas anteriormente, a partir da seguinte expressão:

$$TBH = SST \times EXT \times PMV$$

As análises estatísticas foram realizadas no programa R (R Core Team, 2015), admitindo-se a conotação de um ensaio two-way, sendo utilizada a interação genótipos x épocas de corte como testadora. Para a análise de variância fez-se o uso do teste F ao nível de 5% de probabilidade, aplicando o teste de Scott-Knott para agrupamento das médias dos genótipos. Constatadas diferenças entre épocas pelo teste F ($P < 0,05$), foi feita a análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontradas diferenças significativas ($P < 0,05$) entre as épocas de corte e entre genótipos para a quase totalidade das características mensuradas, com exceção da produção de massa verde (PMV) para o efeito de genótipos (**Tabela 1**). A precisão experimental, aferida pela acurácia, Resende e Duarte (2007), variou de 91,21% para EXT a 63,89% para PMV, mostrando que o caráter PMV sofreu efeito mais pronunciado de fatores ambientais. Vale salientar também que valores baixos de acurácia podem estar associados com uma menor variação genética, algo evidenciado para o caráter EXT (Durães, 2014).

Tabela 1 - Resumo da análise de variância dos caracteres SST, TBH, EXT e PMV para oito genótipos avaliados em oito épocas na safra de 2015/2016 no município de Lavras-MG.

F.V.	G.L.	Fc			
		PMV	SST	EXT	TBH
Genótipos	7	1,69 ^{ns}	2,36**	5,95**	2,52**
Épocas	7	3,79**	35,47**	29,21**	6,61**
Erro	49	-	-	-	-
Médias	-	82,59	14,85	33,11	3,98
Acurácia(G)	-	63,89%	75,91%	91,21%	77,76%

**Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F
^{ns} não significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade

Apesar da diferença significativa comprovada pelo teste F, as características PMV e SST tiveram suas médias dispostas em apenas um grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Quanto ao TBH e EXT, as médias foram separadas em dois grupos (**Tabela 2**). Para PMV foram obtidos valores superiores aos encontrados em safras anteriores na mesma região por Torres (2016) e Durães (2014).

Tabela 2 – Resumo das médias ajustadas dos oito genótipos avaliados em oito épocas de corte, agrupadas pelo teste de Scott-Knott.

Genótipos	FLOR	PMV	EXT	SST	TBH
BRS 508	93	84,39a	29,44b	13,98a	3,35b
BRS 511	92	78,18a	34,56a	15,22a	3,99b
CV 198	88	77,95a	29,34b	14,66a	3,26b
201438B021	83	77,73a	35,05a	15,23a	4,11b
201512B015	82	70,22a	35,50a	14,93a	3,65b
201512B017	82	85,80a	35,86a	16,11a	4,84a
201518B079	83	96,66a	36,04a	13,98a	4,83a
201518B015	82	89,75a	29,05b	14,67a	3,74b

Relativo ao efeito das épocas de corte, o qual foi estudado por meio da análise de regressão, não foi obtido um ajuste satisfatório para os caracteres EXT, PMV e TBH. Para o caso do SST, foi possível obter o ajuste da curva de maturação média dos genótipos descrita por uma equação de regressão quadrática com coeficiente de determinação de 91% (**Figura 1**).

De acordo com Parrella & Schaffert (2012), o nível mínimo para a produção de etanol é de 14,5°Brix. Em trabalho recente, Parrella et al. (2016) caracterizaram o período de utilização industrial usando como variável a produção de açúcares totais recuperáveis. Uma vez que Lombardi et al. (2015) mostrou existência de correlação positiva e elevada entre os caracteres açúcares totais recuperáveis e o teor de sólidos solúveis totais, analisando o comportamento médio dos genótipos a partir do SST, a colheita poderia ser realizada a partir dos 114 DAS, proporcionando um PUI de 28 dias, uma vez que os valores não apresentaram queda significativa (**Figura 1**). Este comportamento condiz com o relatado por Torres (2016)

e por Martins (2013). Observou-se que o comportamento individual dos genótipos ao longo das épocas foi semelhante, o que, possivelmente, indica que estes não devem variar expressivamente quanto ao PUL.

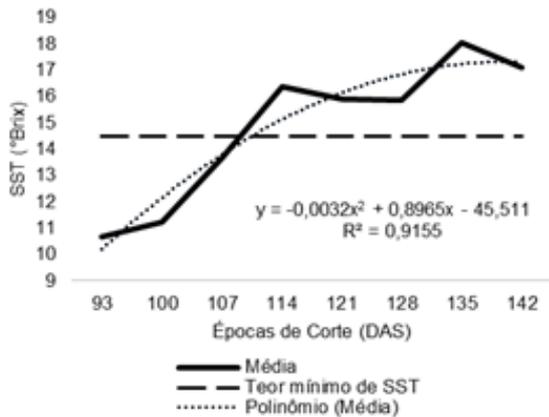


Figura 1 – Comportamento médio dos genótipos avaliados quanto ao SST (°Brix) ao longo das épocas de corte para os oito genótipos elite de sorgo sacarino, em Lavras - MG.

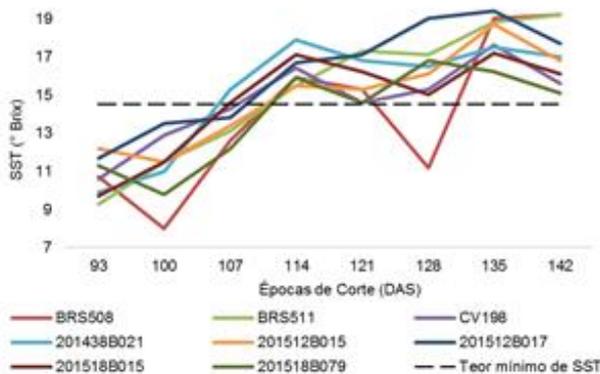


Figura 2 - Comportamento individual dos genótipos avaliados quanto ao SST (°Brix) ao longo das épocas de corte para os oito genótipos elite de sorgo sacarino, em Lavras - MG.

CONCLUSÕES

O período de utilização industrial mais adequado para a colheita do sorgo sacarino sem que tenha perdas das características de interesse é de 28 dias, com início aos 114 DAS.

Os híbridos 201512B017 e 201518B079 são propícios para o cultivo na região de Lavras-MG, associando precocidade com elevada produção, boa extração e maior teor de sólidos solúveis totais no caldo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Centro Nacional de Pesquisa Milho e Sorgo – EMBRAPA CNPMS, a CAPES, FAPEMIG e ao CNPQ pelo apoio na condução do projeto e concessão da bolsa de estudos ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

DURÃES, N.N.L. Heterose em sorgo sacarino. Dissertação de Mestrado. UFLA, Lavras. 2014.

LOMBARDI, G. M. R.; NUNES, J. A. R.; PARRELLA, R. A. C.; TEIXEIRA, D. H. L.; BRUZI, A. T.; DURÃES, N. N. L., FAGUNDES, T. G. Path analysis of agro-industrial traits in sweet sorghum. **Genetics and Molecular Research**. v. 14, n.4, p. 16392–16402, 2015.

MARTINS, Alexandre de Matos. Período de utilização industrial de cultivares de sorgo sacarino visando a produção de etanol na região central de Minas Gerais. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São João Del-Rei, MG, 2013.

PARRELLA, R. A. C. e SCHAFFERT, R.E. Cultivares. Sistema Embrapa de Produção Agroindustrial de Sorgo Sacarino. 2012

R CORE TEAM (2015). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

RESENDE, M.; Duarte, J. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 2007.

ROONEY, W. L.; BLUMENTHAL, J.; BEAN, B.; MULLET, J. E. Review: Designing sorghum as a dedicated bioenergy feedstock. **Biofuels, Bioprod. Bioref.**, v. 1, p. 147–157, 2007.

SOUZA, R. S. e, PARRELLA, R. A. da C., SOUZA, V. F. De, & PARRELLA, N. N. L. D. Maturation curves of sweet sorghum genotypes. **Ciência E Agrotecnologia**, v. 40, n. 1, p. 46–56, 2016.

SOUZA, Vander Filipe de. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de sorgo sacarino. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG. 2011.

TORRES, Tuani Sales. Curva de maturação de genótipos de sorgo sacarino na região de Lavras-MG. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Lavras, MG. 2016.

