

27 e 28 de junho de 2012 - Ribeirão Preto SP

ANÁLISE DE CRESCIMENTO E CURVA DE MATURAÇÃO DE TRÊS GENÓTIPOS DE SORGO SACARINO EM ARGISSOLO DA REGIÃO DE CATANDUVA

Everton Luis Finoto^{1,2}, Ruan Valença Casaletti^{4,5}, Maria Beatriz Nogueira Abdo⁴, Antonio Lúcio Melo Martins^{1,2}, Denizart Bolonhezi^{1,3}

RESUMO

Com o objetivo de avaliar a produção de biomassa de três híbridos de sorgo sacarino para fabricação de etanol, foi instalado experimento em campo na APTA Centro Norte, em Pindorama no ano agrícola 2010/2011. Em delineamento parcela subdividida, os tratamentos principais foram os híbridos de sorgo sacarino (Chopper, PAC8381 e Sugargraze) e os secundários as amostragens semanais (50, 57, 64, 71, 78 e 85 dias após a semeadura). Foram avaliadas; biomassa fresca e seca das folhas e colmos, diâmetro dos colmos e brix. Conclui-se que os híbridos PAC8381 e Sugargraze se destacam pela maior produção de biomassa (60 t ha⁻¹ aos 71 DAS), enquanto o híbrido Chopper se destacou pela precocidade e pelos valores de brix (13 % aos 85 DAS).

Palavras-chave: *Sorghum bicolor*, bioetanol, biomassa, análise de crescimento.

INTRODUÇÃO

A crescente demanda mundial por matérias-primas para produção de biocombustíveis resgatou o interesse pelo cultivo de sorgo sacarino, como uma alternativa para produzir etanol em regiões inaptas para a cana-de-açúcar no Brasil e para o milho nos USA. Embora a área em cultivo com cana-de-açúcar já ultrapasse 6 milhões de hectares na região Centro-Sul, a produção de matéria-prima não tem sido suficiente para suprir o crescente mercado de etanol, aquecido pelo acréscimo anual de 2,5 milhões de novos veículos *flexfuel*. Neste contexto, a estratégia das usinas é utilizar o sorgo sacarino para antecipar a moagem em pelo menos 45 dias, através da colheita entre final de fevereiro e março. Sorgo sacarino é o termo utilizado para descrever tipos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) que apresentam altas concentrações de açúcar nos colmos, sendo cultivado em diversos países com finalidade de produzir alimento, forragem para animais, fibra e energia, têm larga adaptabilidade, são tolerantes à seca e podem produzir entre 40-70 t ha⁻¹ de biomassa com ^obrix variando de 16 até 23% (ALMODARES & HADI, 2009). Dentre as vantagens agrônômicas, merece destaque o ciclo curto, baixo custo de implantação, propagação por sementes (favorece as áreas de expansão) e colheita mecanizada. No Brasil, pesquisas já sinalizaram a viabilidade de uso do sorgo sacarino na entressafra canavieira, permitindo que as usinas antecipem e ampliem o período de moagem (TEIXEIRA et al., 1997). Contudo, são necessários estudos que permitam caracterizar qual a melhor época de colheita, considerando a produção de biomassa e acúmulo de açúcares, para os novos cultivares disponíveis. Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo de estudar o acúmulo da biomassa e do ^oBrix em três

¹Pesquisadores Científicos, ²Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios-APTA Centro Norte, Pindorama, ³APTA Centro Leste, Ribeirão Preto, ⁴Acadêmicos da Universidade Estadual Paulista - UNESP Jaboticabal e ⁵bolsista iniciação científica CNPq/Processo 5514412010-0. Autor correspondente: evertonfinoto@apta.sp.gov.br

híbridos de sorgo sacarino no cultivo de verão, para as condições edafoclimáticas de Pindorama/SP.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na Estação Experimental da APTA em Pindorama/SP. Em ARGISSOLO Vermelho eutrófico, o experimento foi instalado sobre resteva de milho e o preparo do solo foi realizado com grade aradora + duas de niveladora. O controle de plantas daninhas foi realizado com cultivador de três enxadas por linha. Utilizou-se delineamento experimental em blocos casualizados, com os tratamentos arranjados em parcelas subdivididas no tempo (*split-plot in time*), tendo como tratamento principal os três híbridos de sorgo sacarino e secundário as amostragens semanais, realizadas a partir dos 50 dias após a emergência. As sementes de sorgo foram fornecidas pela empresa Pacific Seeds (Advanta Seeds Company, Austrália) e os híbridos utilizados foram; Chopper (híbrido de sorgo para silagem, grãos brancos, boa rebrota), Sugargraze (sorgo sacarino x híbrido de sorgo sacarino, alto teor de açúcar, maturação tardia) e PAC 8381 (híbrido de sorgo sacarino). A semeadura (27/12/2010) foi realizada com semeadora-adubadora da marca Jumil, modelo exacta pantográfica 2980 PD, ajustada para espaçamento de 0,90 m e 13 sementes por metro. A adubação de semeadura consistiu da aplicação de 24, 84 e 48 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O e na cobertura realizada em 27/01/2011 foram aplicados 76, 19 e 57 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O. Nas amostragens semanais iniciaram-se 50 dias após a semeadura, sendo realizadas 8 avaliações consecutivas, 50, 57, 64, 71, 78, 85, 92 e 99 DAS. Em cada época de amostragem foram coletadas duas linhas de 5 metros (9 m²). Após avaliação da biomassa fresca total, foram retiradas ao acaso 10 plantas para biometria, nas quais foram determinados; número de folhas e internódios, diâmetro médio do colmo, biomassa fresca da folha e do colmo, sólidos solúveis totais, medidos em °Brix (refratrômetro portátil). As folhas e colmos foram secados em estufa com circulação forçada de ar (±60 °C). Os valores de biomassa fresca e seca totais foram convertidos para kg ha⁻¹. As análises estatísticas dos dados foram efetuadas com software ESTAT (UNESP).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período de condução da pesquisa a pluviosidade acumulada foi de 816 mm, sendo 80 dias com chuva em um total de 122 dias. Contudo, períodos de estresse hídrico ocorreram no final de março e início de abril.

Houve interação significativa entre os fatores genótipo e época de amostragem para a grande maioria das características avaliadas (Tabela 1). Apenas o estande final de plantas e o diâmetro médio de colmos não apresentaram interação significativa. Na Tabela 1 também é possível observar que houve diferença estatística entre os genótipos testados quanto à população final de plantas. As populações finais foram 109, 108 e 83 mil plantas ha⁻¹, respectivamente para Sugargraze, Chopper e PAC8381.

Tabela 1. Teste F e coeficientes de variação da análise de variância para as características avaliadas em três cultivares de sorgo sacarino, em Pindorama/SP, safra 2010/2011

Características Avaliadas	Teste F			C.V. (%)	
	Cultivar	Época	Interação	Cultivar	Época
Estande final de plantas	47,26**	1,08 ^{ns}	0,97 ^{ns}	12,02	14,10
Altura média das plantas	29,84**	124,55**	12,25**	10,39	6,75
Diâmetro médio dos colmos	40,32**	2,78*	0,97 ^{ns}	11,54	7,10
Número médio de internódios	24,65**	34,37**	10,55**	9,78	7,52
Comprimento dos internódios	13,64**	57,13**	3,48**	11,53	5,90
Biomassa fresca total	25,46**	24,01**	3,04*	23,90	15,50
Biomassa seca total	11,44**	38,17**	2,62**	23,48	19,26
% de matéria seca	102,35**	86,32**	2,31*	5,33	7,81
Biomassa fresca por planta	46,47**	24,97**	4,52**	27,28	15,21
Biomassa seca por planta	29,42**	40,32**	4,03**	26,48	19,53
Biomassa fresca do colmo	53,40**	12,43**	2,61**	31,74	15,92
Biomassa seca do colmo	29,86**	14,36**	3,14**	41,28	29,57
Biomassa fresca da panícula	3,95 ^{ns}	15,41**	2,14*	36,15	28,63
Biomassa seca da panícula	6,24*	45,12**	4,48**	33,74	25,24
Teor de sólidos solúveis (brix)	32,02**	88,60**	4,40**	16,71	12,16

** Significativo a 1% de probabilidade; * Significativo a 5% de probabilidade; ns Não significativo.

Nota-se na Tabela 2, que para altura de plantas (até panícula) o genótipo PAC 8381 alcançou 2,85 m aos 85 dias, seguido por Sugargraze com 2,63 m e Chopper com 1,97 m. Convém salientar, que a sensibilidade ao fotoperíodo, predominantes em genótipos de sorgo sacarino, influencia na altura das plantas quando as semeaduras são realizadas em época do ano com dias curtos. BOLONHEZI et al. (2011) verificaram para as condições de Ribeirão Preto, que em semeadura de final de novembro, os genótipos PAC 8381, Sugargraze e Chopper alcançaram aos 78 DAS respectivamente; 3.20, 3.19 e 2.50 m de altura.

Tabela 2. Valores médios observados e resultados da análise de variância para a altura de plantas (cm) para os genótipos de sorgo sacarino e épocas de amostragem (Pindorama, 2010/11)

ÉPOCA	DAS	CHOPPER	PAC 8381	SUGARGRAZE	MÉDIA	F
1	50	1,35b	1,25d	1,27c	1,29	0,48 ^{ns}
2	57	1,78ABa	1,93Ac	1,64Bb	1,78	3,77*
3	64	1,79Ba	2,18Ac	1,87Bb	1,94	7,40**
4	71	1,95Ba	2,55Ab	2,43Aa	2,30	17,73**
5	78	1,97Ba	2,63Aab	2,52Aa	2,37	22,58**
6	85	1,79Ba	2,85Aa	2,63Aa	2,42	55,45**
MÉDIA		1,77	2,23	2,06		
F		10,68**	73,29**	68,08**		
Dms Época x Cultivar				0,29		
Dms Cultivar x Época				0,26		

* Significativo a 1% de probabilidade; * Significativo a 5% de probabilidade; ns: Não significativo. Letras maiúsculas: comparação entre os cultivares; Letras minúsculas: comparação entre as épocas de amostragem.

[Digite texto]

A paralização do crescimento em altura após a emissão das panículas, interfere no número de internódios formados, podendo ocasionar diminuição na produtividade da biomassa total fresca e seca. Diferenças significativas entre os genótipos, para biomassa fresca total (Tabela 3), foram verificadas a partir dos 64 DAS, com máximos valores verificados aos 71 e 78 DAS, respectivamente para, PAC 8381 (59 t ha⁻¹), Sugargraze (61,5 t ha⁻¹) e Chopper (35 t ha⁻¹). A produtividade de biomassa encontra correspondência com os resultados obtidos por Stuart (2002) em condições australianas, bem como por Parrella et al. (2010) e Bolonhezi et al. (2011) para condições brasileiras. Além disso, estão acima dos relatos comerciais conduzidos na mesma época na região em questão.

Tabela 3. Valores médios observados e resultados da análise de variância para biomassa fresca total (t ha⁻¹) de cada híbrido de sorgo sacarino e épocas de amostragem (Pindorama, 2010/11)

ÉPOCA	DAS	CHOPPER	PAC 8381	SUGARGRAZE	MÉDIA	F
1	50	18,7b	22,0d	29,8d	23,5	3,0 ^{ns}
2	57	29,9ab	35,7c	31,3cd	32,3	0,85 ^{ns}
3	64	24,4Bab	39,9Abc	40,7Abcd	35,0	7,82 ^{**}
4	71	34,1Ba	59,0Aa	50,7Aab	47,9	14,90 ^{**}
5	78	35,4Ba	51,2Aab	61,5Aa	49,4	15,97 ^{**}
6	85	28,7Bab	45,9Aabc	50,4Aab	41,7	12,06 ^{**}
7	92	34,2Ba	53,7Aa	42,1Bbcd	43,3	8,87 ^{**}
8	99	30,4Bab	45,7Aabc	43,7Abc	39,9	6,37 ^{**}
MÉDIA		29,51	44,14	43,78		
F		3,46 ^{**}	14,67 ^{**}	11,97 ^{**}		
d.m.s. Época x Cultivar				13,44		
d.m.s. Cultivar x Época				11,21		

** Significativo a 1% de probabilidade; * Significativo a 5% de probabilidade; ns: Não significativo. Letras maiúsculas: comparação entre os cultivares; Letras minúsculas: comparação entre as épocas de amostragem.

Com relação ao acúmulo de matéria seca, as diferenças estatísticas foram verificadas somente após 78 DAS, com máxima produtividade de 12,6 t ha⁻¹ observada para o híbrido Sugargraze aos 85 DAS (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios observados e resultados da análise de variância para biomassa seca total (t ha⁻¹) cada híbrido de sorgo sacarino e épocas de amostragem (Pindorama, 2010/11)

ÉPOCA	DAS	CHOPPER	PAC 8381	SUGARGRAZE	MÉDIA	F
1	50	3,20b	2,91b	4,29d	3,47	0,91 ^{ns}
2	57	5,79ab	5,50b	5,08d	5,46	0,22 ^{ns}
3	64	4,25b	5,16b	5,35cd	4,92	0,60 ^{ns}
4	71	7,63a	9,44a	8,42bc	8,50	1,41 ^{ns}
5	78	7,64Ba	9,21ABa	11,48Aab	9,44	6,40 ^{**}
6	85	7,60Ba	10,47Aa	12,56Aa	10,21	10,65 ^{**}
7	92	7,84Ba	11,54Aa	9,12ABb	9,50	6,09 ^{**}
8	99	7,63Ba	10,60Aa	11,48Aab	9,90	7,04 ^{**}
MÉDIA		6,45	8,10	8,47		
F		6,08 ^{**}	18,02 ^{**}	19,31 ^{**}		
d.m.s. Época x Cultivar				3,27		
d.m.s. Cultivar x Época				2,58		

** Significativo a 1% de probabilidade; * Significativo a 5% de probabilidade; ns: Não significativo. Letras maiúsculas: comparação entre os cultivares; Letras minúsculas: comparação entre as épocas de amostragem.

Com relação ao acúmulo de açúcares nos colmos, pode-se observar na Tabela 5 e na Figura 1, que existe diferença entre os genótipos no período entre 50 e 85 DAS, igualando-se no final das avaliações. O genótipo Chopper destacou-se pela precocidade e riqueza em açúcar (13 °Brix aos 85 DAS), em comparação com os genótipos PAC 8381 e Sugargraze, os quais não apresentaram valores acima de 11 °Brix.

Tabela 5 Valores médios observados e resultados da análise de variância para °brix de cada híbrido de sorgo sacarino e épocas de amostragem (Pindorama, safra 2010/11)

ÉPOCA	DAS	CHOPPER	PAC 8381	SUGARGRAZE	MÉDIA	F
1	50	5,89Ac	3,65Be	4,65ABb	4,73	4,3*
2	57	6,78Ac	4,86Bde	5,33ABb	5,66	3,45*
3	64	7,72Abc	4,60Bde	4,92Bb	5,75	10,12**
4	71	12,49Aa	6,58Bd	5,95Bb	8,34	44,62**
5	78	12,24Aa	8,77Bbc	9,86Ba	10,29	10,82**
6	85	13,07Aa	11,15Ba	11,84ABa	12,02	3,23*
7	92	12,40a	10,92ab	10,76a	11,36	2,83 ^{ns}
8	99	9,42b	8,35c	10,14a	9,30	2,80 ^{ns}
MÉDIA		10,00	7,28	8,00		
F		32,20**	32,42**	32,78**		
Dms Época x Cultivar				2,27		
Dms Cultivar x Época				1,83		

** Significativo a 1% de probabilidade; * Significativo a 5% de probabilidade; ns: Não significativo. Letras maiúsculas: comparação entre os cultivares; Letras minúsculas: comparação entre as épocas de amostragem.

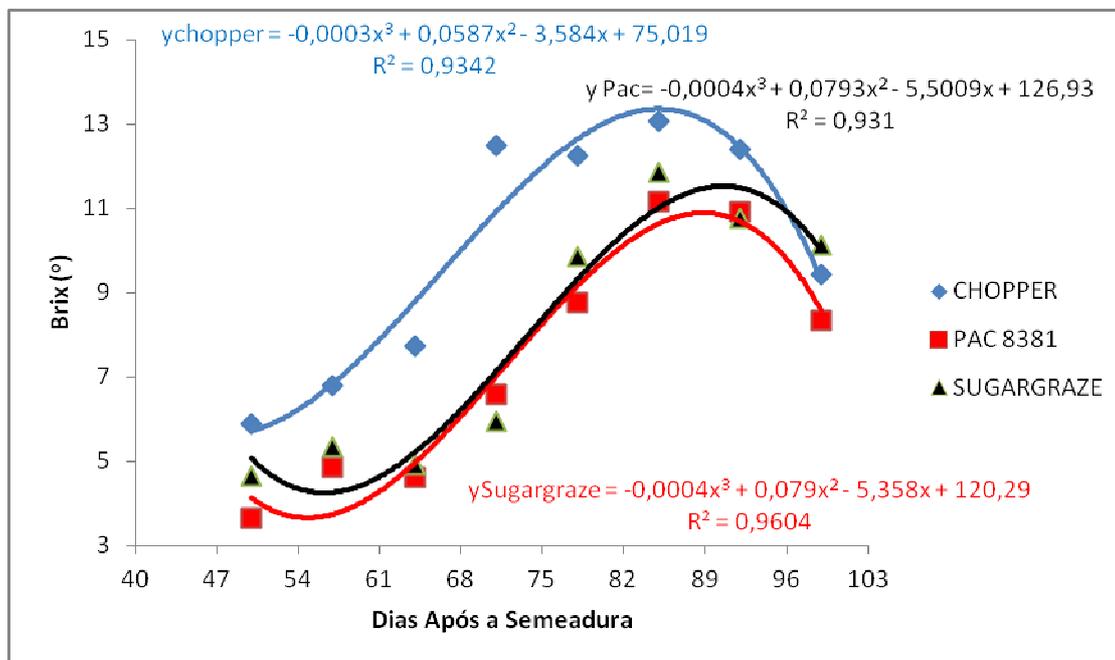


Figura 1. Curva de maturação de três genótipos de sorgo sacarino cultivados em

[Digite texto]

cultivo de verão. Pindorama, SP, 2011.

Em semeadura de novembro para as condições de Ribeirão Preto/SP, Bolonhezi et al. (2011) observaram maiores valores de °Brix para os mesmos genótipos estudados no presente trabalho, com máximo de 15,2 e 14,3 respectivamente para Chopper aos 78 DAS e PAC 8381 aos 92 DAS. Mesmo com semeadura mais tardia, os genótipos demoraram mais para acumular açúcares, provavelmente em virtude da característica do solo (horizonte B textural) que favorece maior disponibilidade hídrica e atraso na maturação.

Entretanto para identificar a melhor época para colheita, deve-se considerar a produtividade de biomassa associado ao ponto de máximo acúmulo de açúcares. Neste sentido, considerar a quantidade de °Brix multiplicado pela biomassa, pode ser um indicador para tomada de decisão. Assim sendo, os genótipos Sugargraze, PAC 8381 e Chopper produziram respectivamente; 7.89, 6.2 (ambos aos 99 DAS) e 4.6 (92 DAS) t de °Brix ha⁻¹. Este exercício de expressar o potencial de açúcares fermentescíveis é importante, pois ainda não existe um critério padrão para o sorgo sacarino, que apresenta maiores teores de açúcares redutores que a cana-de-açúcar, que é mais rica em sacarose.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos na presente pesquisa, permitem concluir que existem diferenças estatísticas entre os híbridos quanto à precocidade, ao potencial de produção de biomassa fresca, biomassa seca e ao °Brix. Os híbridos PAC8381 e Sugargraze se destacam pela maior produção de biomassa (60 t ha⁻¹ aos 71 DAP), enquanto o híbrido Chopper se destacou pela precocidade e pelos valores de Brix^o (13.2 % aos 85 DAS).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMODARES, A.; HADI, M.R. Production of bioethanol from sweet sorghum: A review. **Afr. J. Agric. Res.**, v. 4 (9):772-780, 2009.
- BOLONHEZI, D.; FERREIRA NETO, L.A.; CASALETTO, R.V.; GENTILIN JUNIOR, O.; PEIXOTO, W.M.; NAKAZONE, M.V. Biomassa de três híbridos de sorgo sacarino em cultivo de verão. CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, V, Esalq-USP, Piracicaba., **Anais...**Piracicaba, 2011(CD-rom).
- STUART, P. **The forage book. A comprehensive guide to forage management.** 2nd Edition, Pacific Seeds Company, Toowoomba, Australia, 2002. 218 p.
- 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. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v.17, n.3, p. 221-229, 1997.
- PARRELLA, R.A.C.; MENEGUCHI, J.L.P.; RIBEIRO, A.; SILVA, A.R.; PARRELLA, N.L.D.; RODRIGUES, J.A.S.; TARDIN, F.D.; SCHAFFERT, R.D. Desempenho de cultivares de sorgo sacarino em diversos ambientes visando produção de etanol. CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, XXVIII... **Anais**, Goiânia, 2010. (CD-rom).