

Distribuição de Açúcares nos Entrenós de Genótipos Comerciais de Sorgo Sacarino¹

Samuel Moreira Moura², Fernando Moreira Sena², Mateus Saturnino Oliveira², Vander Fillipe Souza⁴, Karine Costa Bernardino⁵, Camila Simão Mourão⁶, Pedro Henrique Borges Machado⁶, Pedro César de Oliveira Ribeiro², Crislene Vieira dos Santos², Rafael Augusto da Costa Parrella³, Cícero Besserra Menezes³, Robert Eugene Schaffert³.

Resumo

O uso de sorgo sacarino como matéria prima renovável para produção de etanol está aumentando na entressafra de cana-de-açúcar. Alguns agrônomos têm relatado que o açúcar é concentrado no meio do colmo do sorgo sacarino e não há perda deste fazendo a colheita com um corte mais alto do chão. Assim, esse trabalho tem como objetivo avaliar a distribuição de açúcares nos entrenós das cultivares comerciais BRS509, BRS511 e no germoplasma não melhorado MN960 de sorgo sacarino, dando ênfase à altura de corte ideal para a colheita mecanizada. Um experimento foi realizado na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, localizada em Sete Lagoas-MG na safra 2012/2013. O plantio foi feito em outubro 2012 usando o delineamento de blocos casualizados, com três repetições. Foram avaliadas as características dos entrenós de 20 colmos sem folhas e sem bainha; peso de caldo, volume de caldo (extração de caldo), °Brix, sacarose, açúcares redutores, açúcares totais em três épocas de colheita. Também foi avaliada a produtividade em uma época de colheita. Os genótipos BRS511 e BRS509 alcançaram as características mais desejáveis em termo de concentração de açúcares no colmo. A acumulação de açúcares nos aumentou em todos os entrenós na fase de maturação de cada cultivar. A diferença de acumulação de açúcares nos entrenós foi significativa, com maior acumulação no terceiro e quatro entrenós, porém a diferença foi pequena. Conclui-se, através dos dados analisados, que a colheita dessas cultivares de sorgo sacarino deve ser feita na altura mais baixa possível do chão, evitando assim impurezas como pedras, terra, e outros materiais não desejáveis, aproveitando o máximo possível da concentração no colmo.

Introdução

A crise do petróleo incentiva a busca por novas fontes de energias renováveis, como o etanol (Lima, 2011). A agricultura brasileira visa a produção de bioenergia sustentável através da diversificação de matérias primas (Macedo, 2006). Atualmente existem diversas matérias primas renováveis e sustentáveis para auxiliar o setor sucroalcooleiro do Brasil, entre elas pode-se citar o sorgo sacarino, pois assemelha com a cana-de-açúcar na produção de açúcares através do caldo do colmo.

O sorgo é uma planta de ciclo curto (quatro meses), o plantio e a colheita podem ser totalmente mecanizáveis, e seu bagaço pode ser utilizado para forragem, cogeração de eletricidade e produção de etanol de segunda geração (Parrella et al., 2010). Com isso, o sorgo pode complementar a entressafra da cana, estendendo a época de colheita entre 15 a 50 dias, aumentando a produção de etanol, e não há necessidade de mudanças estruturais e logísticas do parque industrial e operacional das usinas. Os colmos do sorgo podem ser colhidos com o mesmo maquinário da cana-de-açúcar e a época de colheita ideal se dá justamente na entressafra da cana, no início da colheita em abril ou maio.

Alguns agrônomos têm relatado que o açúcar é concentrado no meio do colmo e não há perda do açúcar fazendo a colheita dos colmos do sorgo sacarino com um corte mais alto. Esse trabalho tem como objetivo avaliar a distribuição de açúcares nos entrenós das cultivares comerciais BRS509, BRS511 e no germoplasma não melhorado MN960, dando ênfase à orientação da altura de corte de sorgo sacarino para a colheita mecanizada.

Material e Métodos

O experimento para avaliação de três cultivares de sorgo sacarino MN960, BR507 e BRS511 foi conduzido na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, localizada em Sete Lagoas, Minas Gerais, na safra agrícola 2012/2013. Utilizou-se como delineamento os blocos casualizados, em que cada bloco era composto por três parcelas com três repetições, sendo estas constituídas por nove fileiras de cinco metros. O plantio ocorreu no dia 26/10/12 em uma área, previamente, irrigada e sobre sistema de plantio convencio-

nal mecanizado, com oito plantas por metro linear, espaçamento entre linhas de 0,7 metros e densidade de 115.000 plantas ha⁻¹. Ressalta-se que todos os tratamentos culturais necessários para o desenvolvimento da cultura e condução do experimento foram aplicados, como; controle de formigas e ervas daninhas, adubação de plantio e cobertura adequada de acordo com a análise do solo e irrigação em períodos adequados, evitando assim estresse por pragas e plantas invasoras e por déficit hídrico.

Foram avaliadas as características: peso de 20 colmos com folhas (Kg); peso de 20 colmos sem folhas e sem bainha (Kg); peso de caldo (Kg); volume de caldo (L); °Brix (determinado por refratômetro digital de leitura automática); extração do caldo (EXT, em %); açúcares redutores totais (ART, em %); açúcar extraído (AE, em Kg t⁻¹) e etanol (L t⁻¹).

Aos 97, 111 e 124 dias após da semeadura foram colhidas 20 plantas, de uma fileira por parcela, sendo a partir do material colhido analisado o peso de massa verde, o peso da amostragem das 20 plantas com folha, e após a retirada das folhas, juntamente com a bainha, o peso total colmo por amostra. As amostras de 20 colmos foram cortadas a cada dois entrenós a partir da base para o topo da planta, sendo os pares de entrenós classificados de 1 até 6: à numeração 1 referiu-se a posição dos entrenós 1-2 da base do colmo; a numeração 2 aos entrenós 3-4; a numeração 3 aos entrenós 5-6; a numeração 4 aos entrenós 7-8; a numeração 5 aos entrenós 9-10; e a numeração 6 aos entrenós 11-12 do topo do colmo da planta. Esses grupos foram, separadamente, moídos em um desfibrador e retirados 500 gramas para extração do caldo em uma prensa hidráulica. Com o líquido extraído foi obtido o peso do caldo, o volume do caldo, e o °Brix. A análise de produção das cultivares foi feita aos 124 dias após semeadura.

Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de média Scott-Knott a 5% (1974), utilizando-se os recursos computacionais do programa Sisvar 5.1 (Ferreira, 2007). As estimativas de extração do caldo (EXT), açúcares redutores totais (ART) e açúcar extraído (AE) e etanol, foram realizadas conforme Manual CONSECANA (2006).

Resultados e Discussão

Mediante a análise de variância (Tabela 1), foram observadas diferenças significativas, a 5% de probabilidade, para as fontes de variações genótipos e posições, para todas as características avaliadas, evidenciando que há diferença entre as cultivares analisadas, assim como para as posições utilizadas para análises. A interação Genótipos x Posições foi não significativa para todas as características, indicando que independentemente do genótipo, as características avaliadas se mantiveram proporcionais em relação à posição do entrenó. Os coeficientes de variações (CV) foram baixos para todas as características.

Tabela 1 – Resumo da análise de variância para °Brix. (sólidos solúveis totais), Extração de caldo (EXT, em %), ART (Açúcares Redutores Totais, em % caldo), Açúcar extraído (AE, em kg t⁻¹), Etanol (L t⁻¹), obtido a partir da avaliação de três genótipos de sorgo sacarino, avaliados na Embrapa Milho e Sorgo em Sete Lagoas - MG, 2012/2013.

FV	GL	QM				
		Brix (°)	EXT (%)	ART (kg t ⁻¹)	AE (kg t ⁻¹)	ETANOL (L t ⁻¹)
Blocos	2	140,64**	390,42**	140,64**	3055,11**	1037,30**
Genótipos (G)	2	27,36**	319,02**	27,36**	3770,44**	1280,44**
Posições (P)	5	4,69**	73,44*	4,69**	473,15**	160,67**
G x P	10	0,53 ^{NS}	27,26 ^{NS}	0,53 ^{NS}	0,87 ^{NS}	0,30 ^{NS}
Erro	33	1,11	26,28	1,11	85,26	28,96
Média		16,04	69,14	14,54	99,85	58,19
CV(%)		6,57	7,41	7,25	9,25	9,25

** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente pelo teste F. ^{NS} não significativo.

De acordo com agrupamento de médias (Tabela 2), o genótipo MN960 obteve resultados de °Brix, Extração, ART, Açúcar Extraído e produção de Etanol, menores em relação às outras duas variedades, situação que pode ser explicada pelo fato desse genótipo ser um germoplasma não melhorado. O BRS511 foi o genótipo que alcançou os melhores resultados das variáveis analisadas.

Tabela 2 – Médias das características dos pares de entrenós: °Brix. (sólidos solúveis totais), Extração de caldo (EXT, em %), ART (Açúcares Redutores Totais, em % caldo), Açúcar extraído (AE, em kg t⁻¹), Etanol (L t⁻¹), obtidas a partir da avaliação de três genótipos de sorgo sacarino avaliados na Embrapa Milho e Sorgo em Sete Lagoas - MG, 2012/2013 (Teste Scott – Knott).

Genótipos	Brix (°)	EXT (%)	ART (Kg t ⁻¹)	AE (Kg t ⁻¹)	ETANOL (L t ⁻¹)
MN960	14.98 a*	64.42 a	13.48 a	85.67 a	49.92 a
BRS509	15.78 b	70.64 b	14.28 b	99.71 b	58.11 b
BRS511	17.44 c	72.54 b	15.94 c	115.03 c	

*As médias com letra diferente na mesma coluna são significativas (5%)

Analisando as posições dos entrenós do colmo (Tabela 3), pode-se concluir que os açúcares estão mais concentrados nas posições intermediárias, entre as posições 3 e 4. A base do colmo (posição 1) e o topo (posição 6) mantiveram as menores concentrações observadas.

Tabela 3 - Médias das características dos pares entrenós: °Brix (sólidos solúveis totais), Extração do caldo (EXT, em %), ART (Açúcares Redutores Totais, em kg t⁻¹), Açúcar extraído (AE, em kg t⁻¹), Etanol (L t⁻¹), obtidas a partir da avaliação de seis posições dos entrenós do sorgo sacarino avaliadas na Embrapa Milho e Sorgo em Sete Lagoas – MG (Teste Scott – Knott).

Posição	Brix (°)	EXT (%)	ART (kg t ⁻¹)	AE (kg t ⁻¹)	ETANOL (L t ⁻¹)
1	15.14 a	66.89 a	13.64 a	90.12 a	52.52 a
2	15.52 a	71.69 b	14.02 a	99.96 b	58.25 b
3	16.17 b	72.31 b	14.67 b	105.13 b	61.26 b
4	16.81 b	70.67 b	15.31 b	107.51 b	62.65 b
5	16.92 b	67.80 a	15.42 b	104.07 b	60.65 b
6	15.64 a	65.02 a	14.14 a	91.38 a	53.25 a
Média	16,03	69,06	14,53	99,63	58,10

Observando a Tabela 4, concluímos que a produção de todos os caracteres analisados do tratamento BRS511 foi o melhor quando comparado às outras cultivares.

Conclui-se, através dos dados analisados, que a colheita dessas cultivares de sorgo sacarino deve ser feita na altura mais baixa possível do chão, evitando assim impurezas como pedras, terra, e outros materiais não desejáveis, aproveitando o máximo possível da concentração de açúcares no colmo.

Tabela 4 – Análise de produção das três cultivares de sorgo sacarino: Produção de Biomassa Total ($t\ ha^{-1}$), Produção do Colmo ($t\ ha^{-1}$), °Brix (sólidos solúveis totais), Extração (%), ART (Açúcares Redutores Totais, em $kg\ t^{-1}$), Açúcar extraído (AE, em $kg\ t^{-1}$), ATR (Açúcares Totais Recuperáveis, em $Kg\ ha^{-1}$), Etanol (considerando a eficiência industrial de 90%, em $l\ t^{-1}$), Etanol (considerando a eficiência industrial de 90%, em $l\ ha^{-1}$)

Cultivar	Produção Biomassa Total $t\ ha^{-1}$	Produção do Colmo $t\ ha^{-1}$	Brix (°)	Extração (%)	ART $Kg\ t^{-1}$	Açúcar Extraído $Kg\ t^{-1}$	ATR $Kg\ ha^{-1}$	Etanol $l\ t^{-1}$ (90%)	Etanol $l\ ha^{-1}$ (90%)
BRS509	67,9	54,3	19,12	64	17,62	112,8	6125	65,7	356
BRS511	68,4	54,7	20,28	68	18,78	127,7	6985	74,4	407
MN960	53,6	42,9	17,03	58	15,53	90,0	3861	52,4	225

Agradecimentos

Os autores agradecem à Embrapa e FP7 da Comissão Europeia no Projeto SweetFuel pelo auxílio financeiro na condução do projeto. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão da bolsa de estudo de iniciação científica. A FAPEMIG pelo recurso financeiro na divulgação e à Embrapa Milho e Sorgo pela oportunidade de realização deste trabalho.

Referências bibliográficas

- CONSECANA. Conselho dos produtores de cana-de-açúcar, açúcar e álcool do estado de São Paulo. **Manual de instruções**. 5. ed. Piracicaba, 2006. 112 p.
- FERREIRA, D. F. **SISVAR para Windows 5.1**. Lavras, MG: UFLA/DEX, 2007. Software.
- LIMA AM. Estudos recentes e perspectivas da viabilidade técnico – econômica da produção de etanol lignocelulósico. 1 ed. Brasília: **Embrapa Agroenergia**, 2011. 10 p. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnpti.embrapa.br/bitstream/doc/890268/1/CITE05.pdf>>.
- Macedo IC. Feasibility of Biomass-Derived Ethanol as a Fuel for Transportation. (Project ME-T1007 - ATN/DO-9375-ME), **Activity 6: Potentials in Relation to Sustainability Criteria**, SENER/BID, México, 2006.
- Parrella RAC, Meneguici JP, Ribeiro A, Silva AR, Parrella NNLD, Rodrigues JAS, Tardin FD, Scahffert RE. Desempenho de cultivares de sorgo sacarino em diferentes ambientes visando a produção de etanol. In: **Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 28.; Simpósio Brasileiro sobre a Lagarta do Cartucho**, 4., 2010, Goiânia. Potencialidades, desafios e sustentabilidade: resumos expandidos... Goiânia: ABMS, 2010. 1 CD-ROM.