

## INFLUÊNCIA DA ÉPOCA DE CORTE SOBRE O TEOR DE AÇÚCARES DE COLMOS DE SORGO SACARINO<sup>1</sup>

CYRO GONÇALVES TEIXEIRA<sup>2</sup>, JOSÉ GILBERTO JARDINE<sup>3</sup>, GILBERTO NICOLELLA<sup>4</sup>  
e MARGARIDA HOEPPNER ZARONI<sup>5</sup>

**RESUMO** - Cultivares de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) com alta capacidade energética têm sido desenvolvidas, com a dupla finalidade de produção de grãos e de colmos com elevado teor de açúcares. O objetivo deste estudo foi identificar a relação entre época de corte e o rendimento em biomassa verde de colmos com alto teor de açúcares. Os experimentos foram conduzidos nos anos agrícolas de 1984/85, 1985/1986 e 1986/87 com a cultivar BR 505, para avaliar sua eficiência energética. Rendimentos altos em biomassa verde e elevados teores de açúcares nos colmos foram obtidos quando a planta atingiu o estágio de maturidade fisiológica. Os teores de açúcares totais e de sacarose na planta aumentaram, continuamente, desde a época de emergência das inflorescências até atingir o estágio de maturidade fisiológica, ao contrário do nível de açúcares redutores. Nos anos agrícolas 1984/85 e 1985/86 o rendimento em massa verde foi de 38,9 e 52,0 t/ha, respectivamente. Já no ano agrícola 1986/87, com o plantio tardio e com a eliminação da adubação nitrogenada de cobertura, enquanto o rendimento da biomassa e o teor de açúcares dos colmos reduziram consideravelmente, a produção de grãos não foi afetada de maneira significativa.

Termos para indexação: *Sorghum bicolor*, época de colheita, rendimento em açúcar.

### RELATIONSHIP BETWEEN HARVEST DATE AND SUGAR CONTENT OF SWEET SORGHUM STALKS

**ABSTRACT** - High energy sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivars have been recently developed for grain and biomass production. Whole plant utilization is the target of this concept. The objective of this study was to identify the relationship between the harvest date and biomass yield. Experimental trials were conducted with the cultivar BR 505 in the years 1984/85, 1985/86 and 1986/87 to determine its performance as a high energy crop. High biomass and sugar yields were obtained at the physiological maturity stage of the plants. Sucrose and total sugars of the plant increased continually from the visible spikelet stage to the physiological maturity. However, reducing sugar level showed a fall over the same period. In the years 1984/85 and 1985/86 the total biomass yield was 38.9 and 52.0 t/ha respectively. Late sowing date which occurred in the year 1986/87 and the elimination of the supplementary N fertilization reduced significantly the biomass yield as well as the sugar level in the stalks. Grain production of the complementary N fertilization was not affected significantly.

Index terms: *Sorghum bicolor*, harvesting time, sugar yields.

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 6 de julho de 1998.

<sup>2</sup> Eng. Agr., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Tecnologia Agroindustrial de Alimentos (CTAA), Caixa Postal 2950, CEP 23020-070 Rio de Janeiro, RJ.

<sup>3</sup> Eng. Alimentos, Dr., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa Tecnológica em Informática para a Agricultura (CNPITIA), Caixa Postal 6041, CEP 13083-970 Campinas, SP. E-mail: [jardine@cnptia.embrapa.br](mailto:jardine@cnptia.embrapa.br)

<sup>4</sup> Físico, M.Sc., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental (CNPMA), Caixa Postal 69, CEP 13820-000 Jaguariúna, SP.

<sup>5</sup> Estatístico, M.Sc., Embrapa-CNPMA.

### INTRODUÇÃO

O sorgo é uma gramínea cultivada em várias regiões do mundo objetivando a produção de grãos. Recentemente, maior importância vem sendo dada ao sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) como uma alternativa para obtenção de açúcar em seus colmos.

Planta semelhante ao milho e à cana-de-açúcar, apresenta uma série de vantagens que elege-na

como de grande potencial energético, a saber: planta de ciclo curto, proporcionando um bom rendimento em colmos ricos em açúcares; é bem tolerante a períodos de seca; pode ser cultivada em todo o centro-sul bem como na maioria das regiões do Brasil; além dos colmos, permite a produção de grãos, que poderão ser utilizados na alimentação animal e com outras finalidades.

Velez (1952), conduzindo ensaios com 22 variedades de sorgo sacarino no Instituto Fitotécnico de Santa Catarina, na Argentina, observou uma grande variação no teor de açúcares totais dos colmos.

Nos EUA, Cowley & Smith (1972) relatam que as pesquisas com sorgo sacarino tiveram início no Texas, em 1961, como parte de um programa envolvendo também a cana-de-açúcar e a beterraba açucareira obtendo resultados muito satisfatórios com a variedade Rio. Broadhead & Dempsey (1969), no estado de Mississippi, observou que a variedade Rio representa uma boa alternativa energética no período de entressafra da cana-de-açúcar e que o plantio tardio causou redução no rendimento de colmos e no teor de sacarose.

A grande variabilidade entre as cultivares de sorgo sacarino oferece enormes possibilidades ao melhorista na obtenção de cultivares com alta capacidade energética (Creelman et al., 1982; Lipinsky & Kresovich, 1982).

Webster et al. (1984), em Oklahoma, EUA, mostraram a importância da época de colheita no rendimento e na composição do caldo de colmos de sorgo sacarino.

Na Espanha, a variedade Wray mostrou ser bem produtiva, com bom teor de açúcares nos colmos (Olalla Mercadé et al., 1981a, 1981b).

Liu et al. (1984) realizaram experimentos com sorgo sacarino, em Taiwan, abrangendo quatro localidades. O teor mais alto de sacarose e de rendimento elevado de biomassa foi obtido após 120 dias do plantio.

Monk et al. (1984) destacaram a importância do sorgo sacarino pela facilidade de cultivo, adaptabilidade a condições diversas de clima, e diversidade no germoplasma em projetos de melhoramento dirigidos à produção de grãos, de melado ou de forragem.

No Brasil, os experimentos realizados com sorgo sacarino são relativamente recentes. Grande parte dessa pesquisa está sendo conduzida pela Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), em Sete Lagoas, MG, para a obtenção de cultivares com boa produção de massa verde, com teores altos de açúcares nos colmos, ao lado de uma produção razoável de grãos. Figueiredo et al. (1984) relatam experimentos realizados em Jundiá, SP, com a cultivar BR 501. No Ensaio Nacional de Sorgo Sacarino, em Santa Maria, RS, em 1982/83, uma das cultivares mais promissoras foi a BR 505, com um rendimento de massa verde de 46 t/ha e teor de açúcares redutores totais de 16% no caldo extraído (Marchezan & Silva, 1984).

O objetivo do trabalho foi identificar a relação entre época de corte e o rendimento em biomassa verde constituída pelos colmos com alto teor de açúcares.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram instalados na Fazenda Ermida, Jundiá, SP, localizada a uma latitude de 23° S, utilizando sementes da cultivar de sorgo sacarino BR 505.

No ano agrícola de 1984/85, o plantio foi feito em terreno de várzea, com boa fertilidade. Foi procedida uma correção prévia com calcário dolomítico para elevar o pH para um valor ao redor de 5,0. O plantio foi feito em 23 de dezembro. O espaçamento adotado foi de 70 cm entre linhas, procurando-se manter uma densidade de oito a nove plantas por metro linear. A adubação utilizada foi a fórmula 4:14:8, na base de 500 kg/ha. Foi feita uma adubação em cobertura com 200 kg/ha de nitrocalcio. Procedeu-se um tratamento do solo com herbicida de pré-emergência Gesaprim FW, na dosagem de 6 L/ha. E a profundidade de plantio foi de 2,5 a 3,0 cm.

No ano agrícola de 1985/86, o plantio foi feito no mesmo terreno de várzea, em 22 de dezembro. A fórmula de adubação empregada foi a 4:20:20, na razão de 400 kg/ha. Aos 35 dias após o plantio foi efetuada a adubação em cobertura com 200 kg/ha de uréia.

Em virtude de uma série de contratemplos, no ano agrícola de 1986/87 o plantio foi mais tardio, em 13 de janeiro de 1987, e realizado em área de topografia mais elevada. Foi efetuada uma calagem prévia do solo para elevar o pH ao redor de 5,0. Utilizou-se na adubação a fórmula 5:25:15, recomendada pela Embrapa-CNPMS, na base de 350 kg/ha. Não foi procedida a adubação em cobertura.

Em todos os anos agrícolas, a área plantada foi de 0,5 ha e foram colhidas 20 plantas de uma mesma fileira sem interferência de escolha.

Para acompanhar a evolução dos teores de açúcares nos colmos, foram retiradas amostras semanais a partir de 100 dias após o plantio, ocasião em que as panículas já estavam abertas. Foram retiradas duas amostras semanais, cada uma delas constituída por três colmos cortados ao acaso dentro da área do experimento. A área dos experimentos nos três anos agrícolas foi de cerca de 1,5 ha. Os colmos foram cortados próximos ao chão e à altura do primeiro nó logo abaixo da inserção da panícula. Foram desintegradas e retiradas amostras representativas, em duplicata, para determinação de umidade e dos açúcares presentes. Para essas determinações utilizaram-se os métodos recomendados pela Association of Official Analytical Chemists (1984).

Quando os grãos já se apresentavam secos, cerca de 12 dias após o plantio, foram retiradas seis amostras ao acaso, cada uma delas representada pelos colmos presentes em 10 metros da linha de cultivo, para determinação dos rendimentos em colmos e em grãos. Realizou-se a contagem do número de plantas, sendo cortadas 20 delas dentro da linha. Logo após o corte das plantas e separação das panículas, procedia-se a pesagem dos colmos com folhas e dos grãos separados das panículas.

Os dados de chuva e temperatura foram fornecidos pela Seção de Climatologia do Instituto Agronômico de Campinas (Tabela 1).

Os resultados obtidos nas análises de açúcares, no período de 100 a 135 dias após o plantio, foram analisados estatisticamente. Adotou-se o delineamento "split plot" inteiramente casualizado.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na avaliação agrônômica no cultivo do sorgo sacarino, cultivar BR 505, estão registrados na Tabela 2.

De acordo com os trabalhos de Cowley & Smith (1972), os rendimentos obtidos na cultura do sorgo sacarino são grandemente influenciados pelo comprimento dos dias e pela radiação solar global. Os melhores rendimentos em açúcares por área de cultivo estão estreitamente relacionados com dias mais longos e radiação solar máxima. Conforme os dados apresentados por Pedro Júnior et al. (1989), as radiações globais máximas na região de Jundiá ocorrem nos meses de outubro a março, e, a partir de abril começam a decrescer, atingindo o valor mais baixo no mês de junho. No período de radiações globais máximas elas variaram ao redor de  $500 \text{ cal cm}^{-2} \text{ d}^{-1}$ .

As Tabelas 3, 4 e 5 apresentam os resultados do teor de açúcares redutores, açúcares redutores totais e sacarose, em épocas de colheita que variaram de 100 a 135 dias após o plantio dentro de cada ano agrícola.

**TABELA 1. Temperaturas médias, máximas e mínimas (°C) e pluviosidade (mm) na região de Jundiá, SP.**

Mês	1984/85			1985/86			1986/87		
	Máx.	Mín.	Chuva	Máx.	Mín.	Chuva	Máx.	Mín.	Chuva
Dezembro	28,0	17,0	253,8	29,8	18,3	123,9	27,9	17,9	346,2
Janeiro	27,9	17,5	163,8	30,7	18,1	135,7	29,7	18,4	369,8
Fevereiro	30,4	18,6	210,1	29,2	18,6	198,0	29,6	17,8	211,3
Março	29,1	18,1	185,2	33,4	17,2	216,7	29,6	16,3	141,6
Abril	27,9	16,3	51,8	28,0	16,0	74,5	28,0	16,8	154,8
Mai	25,2	12,0	133,6	24,8	14,6	114,0	23,5	13,5	154,8

**TABELA 2. Avaliação agrônômica dos experimentos com a cultivar de sorgo sacarino BR 505.**

Indicadores	1984/85	1985/86	1986/87
Data de plantio	23/12/84	22/12/85	13/01/87
Data do corte dos colmos	23/04/85	24/04/86	15/05/87
Número de plantas por hectare	124.995	122.413	125.708
Peso médio dos grãos de uma panícula (g)	20,8	28,59	20,33
Rendimento de colmos com folhas (kg/ha)	38.900	52.700	20.846
Rendimento em grãos (kg/ha)	2.600	3.500	2.555

No caso de teor de açúcares redutores, nos três anos agrícolas, observou-se uma redução contínua da época de emergência da panícula até o estágio de maturação fisiológica. Resultados semelhantes foram encontrados por McBee & Miller (1982) e por Petrini et al. (1993). Tal variabilidade é atribuída ao fato de os açúcares redutores poderem ser assimilados na forma de outros metabólitos.

Os teores de sacarose e de açúcares redutores totais se elevaram até a planta atingir a maturidade fisiológica. No caso da cultivar BR 505, isto ocorreu 121 dias após o plantio, quando os grãos estavam completamente maduros. O rendimento em massa verde também é maior quando os colmos atingem a plena maturidade, época em que os grãos das panículas estão totalmente maduros. Observações

semelhantes são relatadas por vários autores, entre eles Broadhead & Dempsey (1969), Webster et al. (1984), Choudhart (1990), Galani et al. (1991), Parvatikar & Manjunat (1991), Almadares et al. (1994) e Naik & Jayakumar (1994).

O plantio tardio, no ano agrícola 1986/87, afetou o rendimento em massa verde, acompanhado de redução nos teores de açúcares presentes nos colmos. Observação semelhante foi relatada por Broadhead & Dempsey (1969). O rendimento foi, ainda, mais prejudicado pelo fato de não ter sido feita a adubação nitrogenada em cobertura. Galani et al. (1991) observaram uma interação entre os níveis de N aplicados e o rendimento em caldo e no seu Brix. O rendimento em caldo é maior quando se eleva o nível de N, que no experimento variou de 0 a 120 kg/ha.

**TABELA 3. Teor de açúcares redutores em colmos de sorgo sacarino BR 505 colhidos em diferentes épocas, em três anos agrícolas<sup>1</sup>.**

Época de colheita (dias)	Açúcares redutores (g/100 g)			
	1984/85	1985/86	1986/87	Média
100	11,2400a	7,5850a	8,6100a	9,1450a
107	7,7025b	5,1250c	8,6100a	7,1450b
114	4,8725c	5,5750bc	8,9100a	6,4525b
121	5,7575c	2,7150d	6,6710b	5,0492c
128	3,0350d	3,2700d	5,5450bc	4,0083d
135	2,6250d	3,0300d	6,3700bc	3,9500d
Média	5,8721C	4,5500B	7,4533A	

<sup>1</sup> Médias de quatro determinações, em base seca (%); médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não são significativamente diferentes, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

**TABELA 4. Teor de açúcares redutores totais em colmos de sorgo sacarino BR 505 colhidos em diferentes épocas, em três anos agrícolas<sup>1</sup>.**

Época de colheita (dias)	Açúcares redutores totais (g/100 g)			
	1984/85	1985/86	1986/87	Média
100	38,4240a	25,7200cd	21,5650cd	28,5700cd
107	36,7870a	21,6700d	21,2200cd	26,5592cd
114	36,8750a	29,0700bc	24,8650bc	30,2700b
121	40,8300a	34,8650a	22,8400bc	32,8450a
128	37,7325a	30,9050a	20,6550d	28,8308cd
135	37,6900a	28,1050bc	25,4250b	31,3400ab
Média	38,0570A	28,3890B	22,7620C	

<sup>1</sup> Médias de quatro determinações, em base seca (%); médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não são significativamente diferentes, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

**TABELA 5. Teor de sacarose em colmos de sorgo sacarino BR 505 colhidos em diferentes épocas, em três anos agrícolas<sup>1</sup>.**

Época de colheita (dias)	Sacarose (g/100 g)			
	1984/85	1985/86	1986/87	Média
100	25,8225c	17,2350a	12,6775c	18,5783c
107	27,6325bc	15,7175d	12,0025d	18,4508c
114	30,4025ab	22,3225c	15,1575bc	22,6275b
121	33,7525a	30,7775a	15,3575b	26,6292a
128	33,0950a	23,5925bc	14,3525c	23,6800b
135	33,3100a	26,4775b	18,1200b	25,9692a
<b>Média</b>	<b>30,6692A</b>	<b>22,6871B</b>	<b>14,6113C</b>	

<sup>1</sup> Médias de quatro determinações, em base seca (%); médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não são significativamente diferentes, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

### CONCLUSÕES

1. O rendimento em massa verde e o teor de açúcares nos colmos são mais elevados quando as plantas atingem a maturidade fisiológica, que ocorre cerca de 121 dias após o plantio.

2. O plantio tardio e a não-realização da adubação nitrogenada em cobertura, referentes ao ano agrícola 1986/87, provocam uma redução acentuada no rendimento de biomassa verde bem como no teor de açúcares dos colmos.

3. A cultivar BR 505 tem um potencial considerável de cultivo com a dupla finalidade de obtenção de massa verde com alto teor de açúcares e produção de grãos.

### REFERÊNCIAS

- ALMADARES, S.; SEPAHI, A.; DALILOTOJJARY, H.; GHVAMI, R. Effect of phenological stages on biomass and carbohydrate contents of sweet sorghum cultivars. *Annals of Plant Physiology*, v.8, n.1, p.42-48, 1994.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 14.ed. Washington, DC, 1984. 1141p.
- BROADHEAD, M.; DEMPSEY, M. Sugar production from sweet sorghum as affected by planting date, after-ripe harvesting, and storage. *Agronomy Journal*, v.61, p.811-812, 1969.
- CHOUDHART, S.D. Effects of date of harvest on juice yield and Brix of high energy sorghum. *Journal of Maharashtra Agricultural University*, v.15, p. 232-233, 1990.
- COWLEY, O.H.; SMITH, B.S. Sweet sorghum as a potential sugar crop in south Texas. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGY, 14., 1971, New Orleans. *Proceedings*. New Orleans: [s.n.], 1972. p.628-633.
- CREELMAN, R.A.; ROONEY, L.W.; MILLER, F.R. *Sorghum*. Weslaco: Texas Agricultural Experiment Station, 1982. 32p.
- FIGUEIREDO, I.B.; TEIXEIRA, C.G.; PAPINI, R.S. Características agronômicas e uso do sorgo sacarino da cultivar BR 501 na produção de álcool etílico. *Boletim SBCTA*, Campinas, v.18, p.195-205, jul./set. 1984.
- GALANI, N.N.; LOMTE, M.H.; CHOUDHART, S.D. Juice yield and Brix as affected by genotype, plant density and N levels in high energy sorghums. *Bharatiya Sugar*, p. 23-24, Feb. 1991.
- LIPINSKY, E.S.; KRESOVICH, S. Sugar stalk crops for fuels and chemicals. In: PROGRESS in biomass conversion. New York: Academic Press, 1980. p.89-125.
- LIU, S.; LIANG, C.; CHEN, T.H. Biomass yield, juice quality and alcohol production of sweet sorghum. *Journal of Agricultural Research*, v.33, p.236-246, 1984.
- MARCHEZAN, E.; SILVA, M.I. Avaliação de cultivares de sorgo sacarino em Santa Maria, RS. *Revista do Centro de Ciências Rurais*, Santa Maria, v.14, p.161-172, 1984.

- McBEE, G.G.; MILLER, F.R. Carbohydrates in sorghum culms as influenced by cultivars, spacing, and maturity over a diurnal period. **Crop Science**, v.22, p.381-385, 1982.
- MONK, R.L.; MILLER, F.R.; McBEE, G.G. Sorghum improvement for energy production. **Biomass**, v.6, 145-385, 1984.
- NAIK, D.C.; JAYAKUMAR, B.V. Effect of time of harvest of sweet sorghum (*Sorghum bicolor*) genotypes on its yield and juice quality for jaggery preparation. **Indian Journal of Agronomy**, v.39, p.415-417, 1994.
- OLALLA MERCADÉ, L.; CARRILLO, E.N.; BELDA, A.M. **Sorgo dulce**: aportación al estudio de su cultivo para producción de azúcares y/o alcohol en Andalucía (España), 1981. Madrid: Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, 1981a. 23p. (Comunicaciones INIA, Serie General).
- OLALLA MERCADÉ, L.; FERNANDEZ, J.L.M.; VELARD, R.M.; CARRILLO, E.N.; BELDA, A.M. **Aportación al estudio de cultivos para producción energética en Andalucía**: sorgo dulce y caña de azúcar (1981). Madrid: Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, 1981b. 39p. (Comunicaciones INIA, Serie General).
- PARVATIKAR, S.R.; MANJUNAT, T.V. Alternate uses of sorghum-sweet sorghums, a new prospectus for juicy stalks and grain yields. **Journal of Maharashtra Agricultural University**, v.16, n.3, p.352-354, 1991.
- PEDRO JÚNIOR, M.J.; ALFONSI, M.R.; CAMARGO, M.B.P. de; CHIAVEGATTO, O.M.D.; ORTOLANI, A.A.; BRUNINI, O. **Disponibilidade de radiação solar global para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1989. 13p. (IAC. Boletim técnico, 123).
- PETRINI, C.; BELLETTI, A.; SALAMINI, F. Accumulation and distribution of dry matter and soluble carbohydrates in two sweet sorghum cultivars: influence of sowing date and harvesting time. **European Journal of Agronomy**, v.2, n.3, p.185-192, 1993.
- VELEZ, J.E. **Cálculo del coeficiente de correlación entre los pesos de los tallos y su tenor en por ciento de azúcares en sorgo azucarado**. Buenos Aires: Ministerio de Industria y Comercio de La Nación, 1952. 18p.
- WEBSTER, J.E.; BENEFIELD, D.; DAVIES, F. Yield and composition of sorghum juice in relation to time of harvest in Oklahoma. **Agronomy Journal**, v.46, p.157-160, 1984.