



## **CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DO CALDO DE SORGO SACARINO EM FUNÇÃO DA POPULAÇÃO DE PLANTAS E ESPAÇAMENTO ENTRE LINHAS**

Tassiano Maxwell Marinho Câmara<sup>(1)</sup> Diógenes dos Anjos de Medeiros<sup>(2)</sup> Herácliton de Éfeso da Silva<sup>(3)</sup>

### **RESUMO**

O sorgo sacarino tem grande potencial para ser utilizado em complementação à cana-de-açúcar na produção de bioenergia. Contudo, para viabilizar o cultivo em escala comercial é necessário aprimorar os sistemas de produção em diferentes regiões com potencial para cultivo desta cultura. Assim, o trabalho teve por objetivo avaliar a influência do número de plantas e do espaçamento de plantio nas características de qualidade industrial de sorgo sacarino cultivado na região canieira do estado de Alagoas. O ensaio foi realizado em blocos ao acaso em parcelas subdivididas com três repetições. Foram realizadas duas colheitas uma em planta e outra em soca. Os resultados obtidos constataram que a colheita em planta proporcionou melhor qualidade do caldo em relação à colheita em soca e que o espaçamento e a densidade de plantio apresentaram pouca influência na qualidade da biomassa.

**Palavras-chave:** Brix, etanol, soca, *Sorghum bicolor*

## **TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF JUICE FROM SWEET SORGHUM IN FUNCTION OF PLANT POPULATION AND ROW SPACING**

Tassiano Maxwell Marinho Câmara<sup>(1)</sup> Diógenes dos Anjos de Medeiros<sup>(2)</sup> Herácliton de Éfeso da Silva<sup>(3)</sup>

### **SUMMARY**

The sweet sorghum has great potential to be used in addition to sugarcane in the production of bioenergy. However, to enable the commercial-scale cultivation it is necessary to improve the production systems in different regions with potential for cultivation of this crop. So, the objective of this work was to evaluate the influence of the number of plants and plant spacing in industrial quality characteristics of sweet sorghum grown in the sugarcane region of the Alagoas state. The trial was carry out in a randomized blocks design in split plots with three repetitions. Two harvests, one in the plant cycle and another in ratoon, were performed. The results found that harvest in plant cycle provided better quality of juice compared to ratoon harvests and the spacing and planting density had little influence on the quality of biomass.

**Key-words:** Brix, ethanol, ratoon, *Sorghum bicolor*



## INTRODUÇÃO

O sorgo sacarino é considerado uma cultura potencialmente complementar a cana-de-açúcar no fornecimento de biomassa para produção de bioenergia. Dentre as principais vantagens da cultura são citados a rapidez do ciclo de produção (em torno de 120 dias), a possibilidade de mecanização desde o plantio até a colheita, o aproveitamento do parque industrial instalado das usinas no processamento da biomassa colhida, o bom teor de açúcares fermentáveis contidos nos colmos para a produção de etanol, o elevado poder calorífico do bagaço, comparável ao da cana-de-açúcar, e a possibilidade de prolongamento da oferta de matéria prima e, conseqüentemente, da safra nas usinas (May *et al.* 2012).

Uma das características do sorgo é sua alta eficiência na absorção da radiação solar e conversão do CO<sub>2</sub> em fotoassimilados. Contudo, a eficiência desse processo na produção e qualidade do caldo pode ser afetada por fatores climáticos, edáficos e de manejo, sendo destacado neste último a densidade e arranjo de plantas (May *et al.* 2012) e ainda pelo tipo de matéria-prima colhida.

Vários trabalhos têm relatado o efeito do espaçamento entre linhas de plantio no desempenho agrônômico de sorgo sacarino (Albuquerque *et al.* 2012; May *et al.* 2012; Câmara e Medeiros 2014; Fernandes *et al.* 2014). A densidade de plantas, contudo, tem tido menos influência na expressão dos caracteres agroindustriais da cultura (Emygdio *et al.* 2012; May *et al.* 2012; Câmara e Medeiros 2014; Fernandes *et al.* 2014). Em relação à biomassa, a colheita de colmos limpos tem, em geral, proporcionado maior produção e melhor qualidade do caldo em relação àquele obtido de colmos com palha ou da colheita integral das plantas (Costa *et al.* 1981; Emygdio *et al.* 2012; Mutton *et al.* 2015).

Alagoas tem a maior área de produção de cana-de-açúcar do Nordeste e o sorgo pode ser uma alternativa para o incremento da produção de etanol e energia no Estado dando maior competitividade à agroindústria sucroenergética local. Contudo, é necessário ampliar os conhecimentos quanto ao rendimento agroindustrial da cultura nas condições locais, visando aprimorar os sistemas de produção, para que o sorgo sacarino venha a ser uma cultura viável e complementar a cana-de-açúcar na produção de bioenergia.

## OBJETIVOS

O trabalho teve por objetivo avaliar a influência do número de plantas e do espaçamento entre linhas de plantio nas características de qualidade industrial de sorgo sacarino cultivado na região canavieira de Alagoas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em área pertencente a Usinas Reunidas Seresta S/A, no município de Teotônio Vilela, uma das principais regiões canavieiras do estado de Alagoas. O ensaio foi instalado em blocos ao acaso com parcelas



subdivididas e três repetições. Como material vegetal foi utilizada a variedade comercial de sorgo sacarino Silotec 20 da Seprotec Comércio, Produção e Técnica de Sementes LTDA. As parcelas corresponderam a três espaçamentos entre linhas (0,5m, 0,7m e 0,9m) e nas subparcelas foram alocados cinco densidades de plantio, equivalentes a 100.000, 120.000, 140.000, 160.000 e 180.000 plantas por hectare. As subparcelas foram constituídas de quatro linhas de cinco metros, sendo considerando como área útil as duas linhas centrais.

O plantio foi realizado em 29/11/2013 com semeadura manual a uma profundidade de aproximadamente três cm. As adubações de fundação e cobertura seguiram as recomendações para a cultura de acordo com a análise de solo. Quinze dias após o plantio foi realizado o desbaste para as densidades estabelecidas no ensaio. Os tratos culturais referentes ao controle de ervas daninhas e pragas foram realizados sempre que necessário.

O ensaio foi conduzido em planta e soca. No cultivo em planta foram realizadas irrigações suplementares buscando manter as condições de umidade de solo favoráveis ao desenvolvimento da cultura. Para a soca, não houve necessidade de irrigação visto que a cultura se desenvolveu durante a quadra chuvosa da região. As colheitas foram realizadas em 01/04/2014 (planta) e 27/07/2014 (soca) ambas aos trinta dias após o florescimento. Por ocasião das colheitas foram retiradas de cada parcela amostras contendo 10 plantas escolhidas de forma aleatória. As panículas foram descartadas e os colmos com folhas levados para análise em laboratório. Na colheita do sorgo soca também foram avaliadas amostras contendo somente colmos limpos (sem folhas e panícula).

A determinação dos parâmetros de qualidade industrial seguiu a metodologia descrita pelo CONSECANA (CONSECANA-AL/SE, 2006) e por Souza (2014). Foram avaliados os caracteres: produção de caldo por tonelada de biomassa colhida (caldo, kg ton<sup>-1</sup>), teor de sólidos solúveis, expresso em °Brix, POL do caldo (POL, %), teor de fibra (%), açúcares redutores (AR, %), pureza (Pza, %), açúcar total recuperável (ATR, kg ton<sup>-1</sup>) e produção de etanol hidratado por tonelada de biomassa (etanol, l ton<sup>-1</sup>). Os dados obtidos foram submetidos a análises de variâncias individuais e conjuntas e as médias de tratamentos comparadas utilizando-se o teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de variâncias individuais, em geral, não detectaram efeitos significativos de densidade (D) e espaçamento (E) para os caracteres avaliados em diferentes colheitas e amostras, a exceção de pureza e ATR na colheita em soca, onde, para pureza, o espaçamento de 50 cm foi superior ao de 70 cm e equivalente ao de 90 cm (51,71%, 47,11% e 47,29%, respectivamente) na avaliação de colmos com folhas, e as densidades de 140 e 180 mil plantas ha<sup>-1</sup> foram superiores a de 160 mil plantas ha<sup>-1</sup> (53,25%, 52,12% e 46,97%, respectivamente) na avaliação de colmos limpos. Para ATR a densidade de 140 mil plantas ha<sup>-1</sup> propiciou melhor qualidade (67,93 kg ton<sup>-1</sup>) em relação a 100 e 160 mil plantas ha<sup>-1</sup> (65,18 kg ton<sup>-1</sup> e



61,78 kg ton<sup>-1</sup>, respectivamente) em amostras com colmos limpos (dados não apresentados).

A Interação D x E foi significativa para POL, AR, pureza, ATR e etanol, mas apenas na colheita de colmos limpos em soca (dados não apresentados). Esses resultados sugerem que essa interação pode ter maior ou menor influência na qualidade da biomassa a depender do tipo de matéria-prima colhida.

A análise conjunta entre colheitas (planta e soca) constatou diferenças significativas em todos os caracteres avaliados com relação às colheitas (C). Para as demais fontes de variação (D, E, CxE, CxD, ExD e CxExD) as diferenças foram não-significativas. A colheita em planta apresentou médias de °Brix, POL, fibra, pureza, ATR e etanol superiores em 28%, 98%, 33%, 56%, 51% e 68%, respectivamente, em relação à colheita em soca. Uma maior quantidade de caldo e de AR foram obtidos na soca em relação à planta. As médias para as diferentes densidades e espaçamentos foram equivalentes, confirmando os resultados da análise de variância conjunta (Tabela 1).

**Tabela 1 – Comparação de médias<sup>1</sup> para os caracteres produção de caldo (kg ton<sup>-1</sup>), °Brix, POL (%), açúcares redutores (AR, %), teor de fibra (%), pureza (Pza, %), açúcar total recuperável (ATR, kg ton<sup>-1</sup>) e produção de etanol hidratado (l ton<sup>-1</sup>) em sorgo sacarino colhido em planta e soca em diferentes densidades e espaçamentos de plantio. Teotônio Vilela - AL, 2014**

FV	Caldo	°Brix	POL	AR	Fibra	Pza	ATR	Etanol
<b>Colheitas</b>								
Planta	487,35 b	17,47 a	13,27 a	1,17 b	22,28 a	75,94 a	94,53 a	83,33 a
Soca	628,23 a	13,69 b	6,70 b	1,95 a	16,79 b	48,70 b	62,50 b	49,60 b
<b>Densidades</b>								
100.000	566,10 a	15,20 a	9,71 a	1,59 a	19,21 a	61,91 a	77,24 a	64,98 a
120.000	548,20 a	15,58 a	9,80 a	1,60 a	19,91 a	60,98 a	76,76 a	65,62 a
140.000	566,75 a	15,71 a	10,11 a	1,54 a	19,19 a	62,77 a	79,79 a	67,04 a
160.000	541,78 a	15,69 a	10,16 a	1,53 a	20,16 a	63,10 a	78,65 a	67,31 a
180.000	566,12 a	15,72 a	10,16 a	1,55 a	19,21 a	62,83 a	80,11 a	67,38 a
<b>Espaçamentos</b>								
50 cm	561,08 a	15,31 a	9,96 a	1,54 a	19,41 a	63,51 a	78,43 a	66,17 a
70 cm	550,90 a	15,79 a	10,04 a	1,57 a	19,81 a	61,71 a	78,22 a	66,82 a
90 cm	561,40 a	15,65 a	9,97 a	1,57 a	19,40 a	61,75 a	78,88 a	66,41 a

<sup>1</sup> Para a mesma fonte de variação (FV), médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tukey.

As diferenças observadas em planta e soca em relação à qualidade da biomassa colhida podem ser função de diversos fatores. O desenvolvimento da cultura em planta ocorreu no verão, onde as temperaturas são mais elevadas e os dias mais longos, e na soca, durante o outono/inverno, com temperaturas mais amenas, dias mais curtos e maior precipitação pluviométrica. Assim, a diferença na disponibilidade de radiação solar, um dos fatores que afetam o processo de



conversão à produção de caldo (May *et al.* 2012), pode ter influenciado de forma distinta os processos de conversão de CO<sub>2</sub> em fotoassimilados entre os dois ciclos.

As colheitas do ensaio foram realizadas 30 dias após o florescimento, o que ocorreu aos 123 dias após o plantio (DAP) para o sorgo planta e aos 113 dias após o corte no caso do sorgo soca. Assim, a colheita aos 113 dias pode ter tido influência negativa na qualidade da biomassa em soca, visto que em outras regiões do Brasil valores máximos de Brix para diferentes variedades têm sido obtidos aos 125 DAP (May *et al.* 2012). O maior percentual de AR observados no caldo do sorgo soca (67% maior que em sorgo planta) é um indicativo de que o ponto ideal de maturação na soca pode não ter sido atingido quando da colheita.

Na análise conjunto considerado as diferentes amostras de biomassa colhidas em sorgo soca foram observadas diferenças significativas entre as amostras (A) para produção de caldo, fibra e ATR e efeitos significativos da interação AxExD em POL, AR e pureza. Para as demais fontes de variação as diferenças foram não significativas. Em geral, a retirada das folhas implicou em um aumento de 6,4% na quantidade de caldo extraído e de 4,8% em ATR recuperado e numa redução de 9,3% no teor de fibra por tonelada de biomassa processada. As diferenças entre médias de densidades e espaçamentos mantiveram-se como não significativas (Tabela 2). As diferenças observadas amostras estão de acordo com aquelas obtidos por Costa *et al.* (1981), Emygdio *et al.* (2012) e Mutton *et al.* (2015) e refletem a menor quantidade de umidade e maior teor de fibra contidos nas folhas quando comparadas aos colmos.

**Tabela 2 – Comparação de médias<sup>1</sup> para os caracteres produção de caldo (kg ton<sup>-1</sup>), °Brix, POL (%), açúcares redutores (AR, %), teor de fibra (%), pureza (Pza, %), açúcar total recuperável (ATR, kg ton<sup>-1</sup>) e produção de etanol hidratado (l ton<sup>-1</sup>) em amostras de colmos limpos (C) e com folhas (C+F) de sorgo sacarino colhido em soca, em diferentes densidades e espaçamento de plantio. Teotônio Vilela - AL, 2014**

FV	Caldo	Brix	POL	AR	Fibra	Pza	ATR	Etanol
<b>Amostras</b>								
C+F	628,23 b	13,69 a	6,70 a	1,95 a	16,79 a	48,70 a	62,50 b	49,60 a
C	668,32 a	13,67 a	6,94 a	1,90 a	15,23 b	50,48 a	65,50 a	50,69 a
<b>Densidades</b>								
100.000	646,77 a	13,45 a	6,63 a	1,95 a	16,07 a	49,05 a	62,58 a	49,14 a
120.000	654,39 a	13,74 a	6,76 a	1,95 a	15,77 a	48,86 a	63,94 a	49,88 a
140.000	647,33 a	13,80 a	7,11 a	1,90 a	16,05 a	51,26 a	65,82 a	51,63 a
160.000	639,22 a	13,75 a	6,66 a	1,95 a	16,37 a	48,23 a	62,59 a	49,31 a
180.000	653,67 a	13,67 a	6,96 a	1,90 a	15,80 a	50,56 a	65,04 a	50,76 a
<b>Espaçamentos</b>								
50 cm	649,34 a	13,73 a	7,13 a	1,88 a	15,97 a	51,76 a	65,98 a	51,65 a
70 cm	652,07 a	13,84 a	6,82 a	1,94 a	15,87 a	49,01 a	64,12 a	50,16 a
90 cm	643,42 a	13,48 a	6,52 a	1,97 a	16,20 a	48,00 a	61,88 a	48,63 a

<sup>1</sup> Para a mesma fonte de variação (FV), médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tukey.



No presente trabalho o espaçamento teve pouca influência na expressão de caracteres industriais, diferentemente do que se observa na literatura quando são avaliados caracteres agrônômicos, principalmente (Albuquerque *et al.* 2012; May *et al.* 2012; Câmara e Medeiros 2014; Fernandes *et al.* 2014). Para densidade, os resultados corroboram com aqueles obtidos na literatura, que indicam pouca influência desta na expressão de caracteres agroindustriais de sorgo (Emygdio *et al.* 2012; May *et al.* 2012; Câmara e Medeiros 2014; Fernandes *et al.* 2014). Contudo, alguns efeitos de interação foram significativos reforçando a necessidade de uma boa caracterização da biomassa sob diferentes condições de colheita e processamento, para que se tenha um melhor rendimento industrial do sorgo sacarino.

## CONCLUSÕES

- As características de qualidade do caldo foram melhores na colheita realizada em plantas de sorgo oriundas de semeadura, em comparação com as soqueiras;
- O processamento de colmos limpos (sem folhas) proporciona maior rendimento de caldo e de recuperação de açúcares (ATR) e menor porcentagem de fibra em relação a colmos com folhas;
- O espaçamento e a densidade de plantio, isoladamente, têm pouca influência na qualidade industrial da biomassa colhida nas condições locais de cultivo.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo aporte financeiro. À Usinas Reunidas Seresta S/A pelo suporte técnico, logístico e infraestrutura.

## LITERATURA CITADA

ALBUQUERQUE, C. J. B.; TARDIN, F. D.; PARRELLA, R. A. da C.; GUIMARÃES, A. de S.; OLIVEIRA, R. M. de; SILVA, K. M. de J. Sorgo sacarino em diferentes arranjos de plantas e localidades de Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 11, n. 1, p. 69-85, 2012.

CÂMARA, T.M.M.; MEDEIROS, D.A. Desempenho agrônômico de sorgo sacarino no Agreste alagoano em função da densidade e Espaçamento de plantio. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE BIOENERGIA, 9., 2014, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2014.

CONSELHO DOS PRODUTORES DE CANA, AÇÚCAR E ÁLCOOL DE ALAGOAS E SERGIPE - CONSECANA-AL/SE. **Sistema de remuneração da tonelada de cana-de-açúcar com base no açúcar total recuperável (ATR) – safra 2006/2007.**



Recife: CONSECANAL/SE, 2006. 12p. Disponível em: <<http://www.sindicucaral.com.br/consecana/>>. Acesso em: 01/06/2015.

COSTA, F.P.; THIAGO, L.R.L.S.; CORRÊA, E.S.; SILVA, J.M. **Nota sobre métodos de colheita do sorgo sacarino para produção de álcool**. Campo Grande: CNPQC, 1981. 18p. (Boletim de Pesquisa n. 1).

EMYGDIO, B. M.; CHIELLE, Z.; FACCHINELLO, P. H.; BARROS, L.; OLIVEIRA, L. N. **Avaliação de métodos de colheita e de extração de caldo em cultivares de sorgo sacarino**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2012. 4p. (Comunicado Técnico n. 296).

FERNANDES, P. G.; MAY, A.; COELHO, F. C.; ABREU, M.C.; BERTOLINO, K. M. Influência do espaçamento e da população de plantas de sorgo sacarino em diferentes épocas semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.6, p.975-981, 2014.

MAY, A.; DURÃES, F. O. M.; PEREIRA FILHO, I. A.; SCHAFFERT, R. E.; PARRELLA, R. A. C. **Sistema Embrapa de produção agroindustrial de sorgo sacarino para bioetanol: Sistema BRS1G – tecnologia qualidade Embrapa**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. 120 p. (Documentos, n. 139).

MUTTON, M. J. R.; ROVIERO, J. P.; TEIXEIRA, V.; SILVA, A. F.; FREITA, C. M.; Efeitos da época de colheita e das cultivares sobre a composição tecnológica do sorgo sacarino. In: Anais do IX Workshop Agroenergia: matérias primas, Ribeirão Preto, 27 a 28 de maio de 2015.

SOUZA, R. S. Curvas de maturação de genótipos de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). 2014. 30 p. Trabalho de conclusão de curso (Engenheiro Agrônomo) - Universidade Federal de São João del-Rei, Sete Lagoas, 2014.