

## DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO E SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS DE SORGO SACARINO SOB LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO

P. C. Silva<sup>1</sup>, A. R. da Costa<sup>2</sup>, B. C. dos Santos<sup>3</sup>, D. M. dos Santos<sup>4</sup>, A. P. dos Santos<sup>5</sup>,  
M. H. Moraes<sup>6</sup>

**RESUMO:** É de grande interesse o desenvolvimento de pesquisas que subsidiem o cultivo do sorgo sacarino nas diferentes regiões climáticas do país, notadamente aquelas necessárias ao adequado manejo da irrigação. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi de avaliar o efeito de lâminas de irrigação sobre o desenvolvimento vegetativo e teor de sólidos solúveis totais (SST) ao longo de colmos de sorgo sacarino cultivado em Cerrado. O experimento foi conduzido em campo, na Universidade Estadual de Goiás – UEG, Câmpus Santa Helena de Goiás. O delineamento adotado foi o de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, cujas parcelas consistiram em lâminas de irrigação em função da evaporação do tanque Classe A (ECA) (25, 50, 75, 100 e 125%), dispostas em quatro blocos, e as subparcelas consistiram em três posições de avaliação do colmo: terço inferior, médio e superior. Foram avaliados em pré-florescimento: altura de planta, diâmetro do colmo e teor de SST. Independente da lâmina de água aplicada, o teor de SST avaliado no terço médio apresentou-se superior às demais posições de amostragem, indicando o local ideal para esta avaliação. A lâmina correspondente a 92,88% da ECA foi a que promoveu maior valor de SST no terço médio do colmo (14,81°Brix).

**PALAVRAS-CHAVE:** estresse hídrico; lâmina de água; manejo da irrigação.

## VEGETATIVE DEVELOPMENT AND TOTAL SOLUBLE SOLID OF SACRED SORGHUM UNDER IRRIGATION BLADES

**ABSTRACT:** It is of great interest to develop research that supports the cultivation of sacred sorghum in the different climatic regions of the country, especially those necessary for the

<sup>1</sup> Doutoranda Unesp/Botucatu em Irrigação/Drenagem, e docente do curso de Engenharia Agrícola da UEG- Câmpus Santa Helena de Goiás, Santa Helena de Goiás – GO. E-mail: patypcs@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Doutora, docente do curso de Engenharia Agrícola da UEG- Câmpus Santa Helena de Goiás, Santa Helena de Goiás – GO. E-mail: adriana.costa@ueg.br

<sup>3</sup> Engenheiro Agrícola, Graduando em Agronomia, UEG – Câmpus Ipameri, Ipameri – GO. Email: brennershego@hotmail.com

<sup>4</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola, UEG – Câmpus Santa Helena de Goiás, Santa Helena de Goiás – GO. Email: darlenematos99@gmail.com

<sup>5</sup> Mestrando em Irrigação no Cerrado, IFGoiano – Campus Ceres, Ceres – GO. Email: tony.mury@hotmail.com

<sup>6</sup> Doutora em Solos e Nutrição de Plantas – USP, docente da UNESP/Botucatu, Departamento de Solos e Recursos Naturais. E-mail: mhmoares@fca.unesp.br.

adequate management of irrigation. Thus, the objective of this study was to evaluate the effect of blades irrigation on vegetative development and total soluble solids content (TSS) along stems of sorghum cultivated in Cerrado. The experiment was conducted in the field at the Universidade Estadual de Goiás - UEG, Campus Santa Helena de Goiás. A randomized complete block design was used in a subdivided plots scheme, whose plots consisted of blades irrigation as a function of the evaporation of the Class A (ECA) tank (25, 50, 75, 100 and 125%), arranged in four blocks, and the subplots consisted of three evaluation positions of the stem: lower, middle and upper third. They were evaluated in pre-flowering: plant height, stalk diameter and SST content. Regardless of the water blade applied, the SST content evaluated in the middle third was superior to the other sampling positions, indicating the ideal location for this evaluation. The blade corresponding to 92,88% of ECA was the one that promoted the highest TSS value in the middle third of the stem (14,81°Brix).

**KEYWORDS:** hydric stress; water blade; Irrigation management

## INTRODUÇÃO

O sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), no Brasil começou a se desenvolver a partir da década de 1970 com o programa pró-álcool, investimentos na produção e utilização desta cultura se justificam devido ao aumento da eficiência, qualidade, competitividade e por apresentar alto potencial na produção de álcool (RIBAS, 2008). O sorgo sacarino vem-se mostrando favorável à produção de etanol como complementar à cana-de-açúcar no período de entressafra, pois, reduz a ociosidade das usinas e garante maior renda. Emygdio et al. (2011) relataram que utilizando o sorgo sacarino, é possível obter uma produção entre 2.145 e 6.000 litros de etanol por hectare.

A utilização do sorgo sacarino como matéria prima para a produção de etanol apresenta algumas vantagens como: tolerância ao déficit hídrico, permite mecanização, apresenta ciclo curto, possuir colmos suculentos com açúcares totalmente fermentáveis, produção de massa verde que varia de 40 a 60 t ha<sup>-1</sup>, porte alto (aproximadamente de 2 a 4 metros de altura), reproduz por sementes (FERNANDES, 2013).

O bagaço proveniente da extração do caldo pode ser utilizado como fonte de energia para geração de eletricidade, ainda pode possibilitar a produção de etanol de segunda geração e serve também como fonte de alimentação animal (OLIVEIRA & RAMALHO, 2006). Cabe ressaltar que a quantidade de adubos no plantio do sorgo sacarino é menor, e esta cultura tem a

capacidade de armazenar açúcar em seus colmos em épocas distintas do ano, além de apresentar custos de produção menor quando comparado à aos da cana-de-açúcar, tornando assim a utilização viável (CERES, 2010).

A cultura apresenta ainda vantagens como adaptação em regiões marginais e de solos ácidos, locais os quais a cana-de-açúcar não se desenvolveria bem (PARRELLA, 2011). Os de sólidos solúveis totais no caldo das diferentes cultivares apresentaram valores entre 6,20 a 21,03 °Brix, (PARRELLA & SHAFFERT, 2012). De acordo com Oliveira et al. (2016), dentre as alternativas para o aumento da produção de etanol, a cultura tem grande destaque por apresentar um sistema radicular eficiente, elevado nível de açúcar no seu caldo e rápido ciclo, em média 120 dias. Para o sorgo sacarino, a disponibilidade de água é fundamental tendo-se em vista, ser uma cultura que acumula alto teor de caldo em seus colmos. Sendo assim, o fornecimento de água através da irrigação localizada via gotejamento pode ampliar as áreas destinadas à produção de etanol, além do mais, trata-se de um dos sistemas mais eficientes em termos de reposição de água.

Pesquisas que correlacionam lâminas de irrigação em sorgo sacarino são incipientes. Neste contexto, a adoção da irrigação pode ocasionar melhorias no ambiente de produção, aumento na produtividade de massa verde e etanol, bem como melhoria na qualidade tecnológica da cultura. Portanto, o objetivo deste estudo foi de avaliar o efeito de lâminas de irrigação sobre o desenvolvimento vegetativo e teor de sólidos solúveis totais (SST) ao longo de colmos de sorgo sacarino cultivado em Cerrado.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Câmpus da UEG de Santa Helena de Goiás em um solo classificado como Latossolo Vermelho Distrófico textura argilosa (EMBRAPA, 2006). O delineamento experimental empregado foi de blocos casualizados, sendo cinco 5 lâminas de irrigação: 25, 50, 75, 100 e 125 % da evaporação em tanque Classe A (ECA) e 4 blocos, totalizando 20 parcelas experimentais. Cada parcela experimental foi composta por 4 linhas de 5 metros (m) de comprimento espaçadas de 0,70 m, sendo as duas linhas centrais consideradas como úteis para a coleta de dados, destacando-se 1,0 m em cada extremidade da linha.

Retirou-se uma amostra composta de solo nas profundidades de 0-0,20 e 0,20-0,40 m para análise química e física, e logo após procedeu-se a correção da acidez do solo elevando-se a saturação por bases a 70% pelo método de saturação por bases. O fornecimento de nutrientes

no plantio e cobertura foi efetuado de acordo com a Recomendação de adubação do Estado de Goiás, utilizou-se de 60 kg de nitrogênio (N) ha<sup>-1</sup>, sendo aplicados 20 kg de N ha<sup>-1</sup> no plantio e 40 kg de N ha<sup>-1</sup> em cobertura aos 35 dias após a emergência das plântulas. Para fornecimento de fósforo (P) utilizou-se 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, quanto ao potássio utilizou-se 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. As fontes empregadas foram ureia, superfosfato simples, cloreto de potássio.

A variedade de sorgo sacarino empregada foi a Silotec 20 e foram semeadas 9 sementes de sorgo sacarino por metro linear a 3 centímetros (cm) de profundidade, e a população de plantas utilizadas foi de 129.000 plantas ha<sup>-1</sup>. O controle de plantas daninhas foi efetuado mediante capina, para controlar a lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) efetuou-se aplicação do inseticida a base de Chlorantraniliprole na dose de 150 mL ha<sup>-1</sup> de forma dirigida no cartucho das plantas aos 22 dias após a semeadura.

As lâminas de irrigação foram aplicadas por meio de um sistema de irrigação localizada por gotejamento, com unidades gotejadoras espaçadas de 0,20 m e 0,70 m entre linhas, com uma linha de irrigação por fileira de plantas. A vazão nominal de cada unidade gotejadora foi de 1,5 L h<sup>-1</sup>, submetida a uma pressão de operação de 10 mca.

Para fins do manejo da irrigação, utilizou-se um tanque Classe A, instalado na área experimental, para efetuar leituras diárias da evaporação. A lâmina evaporada foi multiplicada pelo coeficiente do tanque (Kt) conforme Equação 1, para que se obtivesse a evapotranspiração de referência de acordo com as condições climáticas locais.

$$ET_o = ECA * Kt \quad (1)$$

Em que:

ET<sub>o</sub> = evapotranspiração de referência, mm d<sup>-1</sup>; ECA = evaporação em tanque Classe A, em mm d<sup>-1</sup>; Kt = coeficiente de correção do tanque, adimensional.

A determinação da evapotranspiração da cultura ET<sub>c</sub> (Equação 2), foi obtida método padrão FAO bem como a lâmina total de irrigação necessária (LTN) (Equação 3), com um turno de rega fixo de um (1) dia.

$$ET_c = ET_o * Kc \quad (2)$$

Em que:

ET<sub>c</sub> = evapotranspiração da cultura, mm d<sup>-1</sup>; ET<sub>o</sub> = evapotranspiração de referência, em mm d<sup>-1</sup>; Kc = coeficiente da cultura, adimensional. Para a cultura do sorgo sacarino os valores de Kc empregados foram: 0,4 fase inicial, 0,75 desenvolvimento da cultura, 0,8 final do ciclo e 0,55 no final do ciclo.

A lâmina total de irrigação necessária (LTN) foi aplicada em função de cada tratamento e de acordo com a Equação 3.

$$LTN = \frac{ETc * TR}{Ea} \quad (3)$$

Em que:

LTN = lâmina total necessária por irrigação (mm); ETc = evapotranspiração da cultura (mm d<sup>-1</sup>); Ea = eficiência de aplicação, adimensional. TR= Tuno de rega (dias).

Os dados foram submetidos à análise de variância, a 5% de significância. Para a avaliação do efeito das lâminas de irrigação sob altura de plantas e sólidos solúveis totais foi utilizada a análise de regressão, e para posições de amostragem empregou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade, em esquema de parcelas subdivididas. O programa estatístico utilizado foi o SISVAR (FERREIRA, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 é apresentada a altura de plantas de sorgo sacarino sob efeito de lâminas de irrigação, variada em função da evaporação do tanque classe A. Conforme May et al. (2012), esta é uma característica agronômica que está diretamente relacionada com a produção de massa verde, sendo as mesmas influenciáveis pelas condições ambientais e pelas práticas de manejo adotadas, como por exemplo arranjo de plantas, época de semeadura, adubação (FERNANDES, 2013) e manejo da irrigação (ZWIRTES et al., 2015).

A altura média das plantas variou de 1,42 m, na lâmina de 25% da ECA, e 2,40 m quando submetida a uma lâmina de 100% da ECA, resultados estes condizentes aos encontrados na literatura. Rodrigues et al. (2010) avaliaram a altura de plantas desta mesma variedade, Silotec 20, e a altura média das plantas foi de 2,85m, independentemente do espaçamento adotado, apresentando em condições de ambiente irrigado e com altas temperaturas melhor rendimento forrageiro. Já Albuquerque et al. (2013) avaliaram o comportamento de genótipos de sorgo em dois locais de Minas Gerais e esta variedade apresentou altura média de 2,57m.

O comportamento das plantas de sorgo sacarino respondeu de forma quadrática à aplicação de níveis de água, sendo a lâmina que correspondeu à maior altura média (2,21 m) de plantas foi a de 146% da ECA. No entanto, Moreira (2011) observou comportamento linear positivo tanto para a altura quanto para o diâmetro de colmos de sorgo sacarino em função do aumento disponibilidade hídrica. E Zwirtes et al. (2015), também observaram comportamento

linear ascendente da altura de plantas de sorgo à medida em que se aumentou o percentual de reposição da evapotranspiração da cultura.

Nota-se que a variedade estudada, Silotec 20, apresentou acúmulo diferenciado de sólidos solúveis totais ao longo do colmo, nesta fase de pré-florescimento, sendo os maiores teores encontrados no terço médio (Figura 2). E a tendência é de acúmulo de SST ao longo do desenvolvimento da cultura, conforme observado por Bolonhezi et al. (2015) ao estudar a cultivar BRS 511, sendo a valor máximo encontrado de 17,9 °Brix.

No presente estudo, os teores de SST variaram de 10,02 a 15,40 °Brix, com os valores menores encontrados no terço superior, o que demonstra acúmulo diferenciado ao longo do colmo, porém dentro dos teores esperados para a espécie. Parrela e Sharffert (2012) relataram que cultivares de sorgo sacarino apresentam teores de sólidos solúveis totais variando de 6,20 a 21,03 °Brix. E a variedade Silotec 20 apresentou variações em diversos ensaios: 13,2 °Brix no estudo de Bolonhezi et al. (2013), média entre sorgo planta e soca de 15,58 °Brix no estudo de Câmara et al. (2016). Além de variações em função da posição de avaliação no colmo, variações em função da lâmina de água aplicada também foram observadas.

Na base dos colmos os SST comportaram-se de forma linear, porém inversamente proporcional ao teor de água aplicada no solo, com uma taxa de redução de 0,0109 °Brix %ECA<sup>-1</sup>. Já no terço médio e superior o comportamento foi quadrático, com o nível ótimo atingido com as lâminas de 92,88 e 78,14 % ECA, respectivamente, lâminas estas que corresponderam a 18,18 °Brix e 12,33 °Brix.

## CONCLUSÕES

Independente da lâmina de água aplicada, o teor de SST avaliado no terço médio apresentou-se superior às demais posições de amostragem, indicando o local ideal para esta avaliação.

A lâmina correspondente a 92,88% da ECA foi a que promoveu maior teor de SST no terço médio do colmo (14,81°Brix)

A lâmina correspondente a 146% da ECA foi a que promoveu maior altura de plantas de sorgo sacarino (2,21 m)

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, C.J.B.; JARDIM, R.R.; ALVES, D.D.; GUIMARÃES, A.S.; PORTO, E.M.V. Características agronômicas e bromatológicas dos componentes vegetativos de genótipos de sorgo forrageiro em Minas Gerais. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.12, n.2, p. 164-182, 2013.

BOLONHEZI, D.; CARDOSO, B.M.V.; CARVALHO, E.V.; SOUZA JUNIOR, J.G.; GARCIA, J.C. Características tecnológicas de sorgo sacarino e biomassa em diferentes estádios fenológicos. *Ciência & Tecnologia: Fatec-JB, Jaboticabal*, v.7, 2015. Suplemento.

BOLONHEZI, D.; CAMILO, E.H.; GARCIA, J.C. Características agronômicas e tecnológicas de genótipos de sorgo sacarino cultivados em ribeirão Preto/SP. VII Workshop Agroenergia, Ribeirão Preto, 2013.

CÂMARA, T.M.M.; MEDEIROS, D.A.; SILVA, H.E. Características tecnológicas do caldo de sorgo sacarino em função da população de plantas e espaçamento entre linhas. X Workshop Agroenergia matérias-primas, p. 1-7, 2016.

CERES SEMENTES DO BRASIL. Sorgo sacarino tem vantagens que o diferenciam da cana de açúcar. Centralina, 2010. Disponível em: <<http://www.ceres.net/ceressementes/Etanol/EtanolVantagens.html>>. Acesso em 29 jun. 2017.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

EMYGDIO, B.M.; PARRELLA, R.A.C.; SCHAFFERT, R.E.; TARDIN, F.D.; MENEZES, C.B.; FACCHINELLO, P.H.; OLIVEIRA, L.N.; BARROS, L. Desempenho de cultivares de sorgo sacarino visando à produção de etanol em solos hidromórficos. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p. 53-59, 2011.

FERNANDES, P.G. Avaliação agronômica de dois cultivares de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) em Sete Lagoas-MG. Campos dos Goyatacazes, 2013, 89p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, UENF.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

MAY, A.; ALBUQUERQUE, C.J.B.; SILVA, A.F.; PEREIRA FILHO, I.A. Manejo e tratos culturais. In: MAY, A.; DURÃES, F.O.M.; PEREIRA FILHO, I.A.; SCHAFFERT, R.E.; PARRELLA, R.A.C. (Ed.) Sistema Embrapa de produção agroindustrial de sorgo sacarino para

bioetanol: Sistema BRS1G-Tecnologia Qualidade Embrapa. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, p. 22-31.

MOREIRA, L.R. Caracterização morfológica de cultivares de sorgo sacarino em estresse hídrico. Viçosa, 2011, 90p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, UFV.

OLIVEIRA, F.T.; TARDIN, F.D.; SILVA, R.S.; BARELLI, M.A.A. Sorgo sacarino: uma perspectiva sustentável na produção de combustível. Revista da CEDS. São Luís, v. 1 n. 4, 2016. 13p.

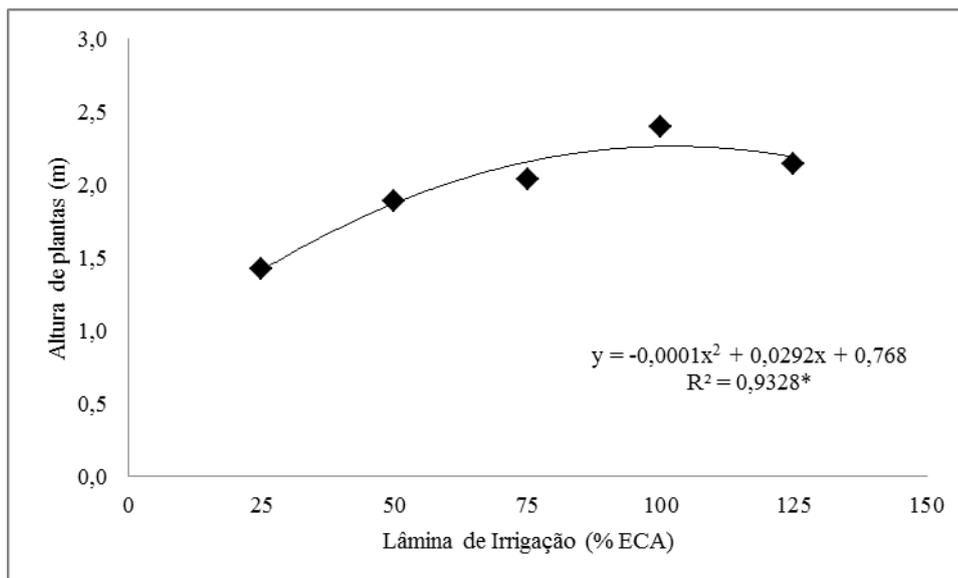
OLIVEIRA, A. J.; RAMALHO J. (Coord.). Plano Nacional de Agroenergia: 2006 - 2011. 2. ed. rev. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 110 p.

PARRELLA, R.A.C.; SCHAFFERT, R.E. Cultivares. In: MAY, A.; DURAES, F.O.M.; PEREIRA FILHO, I.A.; SCHAFFERT, R.E.; PARRELLA, R.A.C. (Ed.). Sistema Embrapa de produção agroindustrial de sorgo sacarino para bioetanol: Sistema BRS1G - tecnologia Qualidade Embrapa. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. p. 14-22. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 139).

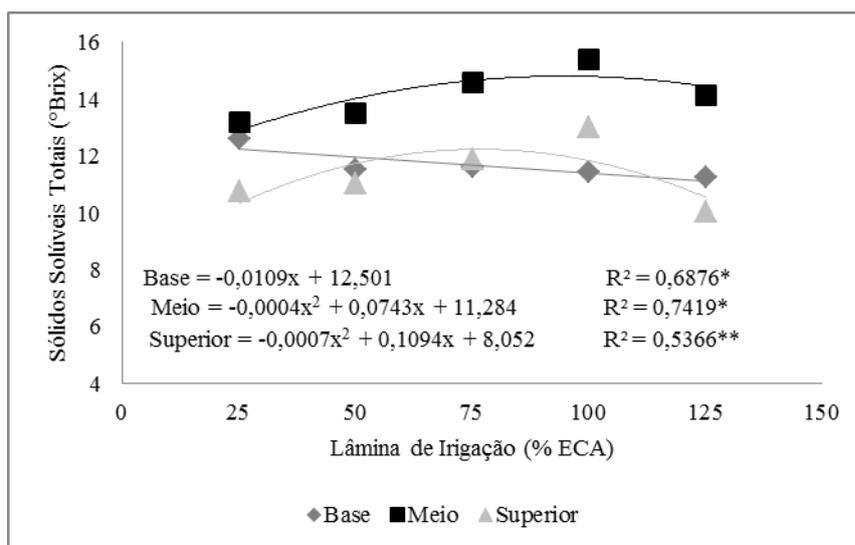
PARRELLA, R. A. da C. Sorgo sacarino: desenvolvimento de tecnologia agrônômica. Agroenergia em Revista, Brasília, ano 2, n. 3, p. 7, ago. 2011.

RODRIGUES, H.F.F.; OLIVEIRA, D.; BORGES, I.D.; DOMINGOS, G.F.; SILVA, N.T.A.; TEIXEIRA, E.C. Influência de Diferentes Densidades no Rendimento Forrageiro de Duas Cultivares de Sorgo, no Norte de Minas. XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2010, Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo. CD-Rom, P. 2015-2021, 2010.

ZWIRTES, A.L.; CARLESSO, R.; PETRY, M.T.; KUNZ, J.; REIMANN, G.K. Desempenho produtivo e retorno econômico da cultura do sorgo submetida à irrigação deficitária. Engenharia Agrícola, v.35, n.4, p. 976-688, 2015.



**Figura 1.** Médias da altura de plantas de sorgo sacarino cultivado sob lâminas de irrigação, determinadas em função da evaporação do tanque classe A (ECA).



Posição	Lâmina de Irrigação (% ECA)				
	25	50	75	100	125
Base	12,58 a	11,51 b	11,64 b	11,44 c	11,25 b
Meio	13,17 a	13,49 a	14,59 a	15,40 a	14,15 a
Superior	10,75 b	11,03 b	11,88 b	13,01 b	10,02 b

**Figura 2.** Médias dos teores de sólidos solúveis totais (SST) em diferentes posições do colmo de sorgo sacarino sob lâminas de irrigação, determinadas em função da evaporação do tanque classe A (ECA).