

# Evapotranspiração da Cana-de-Açúcar cv. VAT 90-212 Irrigada por Gotejamento Subsuperficial no Submédio do Vale São Francisco

Evapotranspiration for Sugar  
Cane cv. VAT90-212 Irrigated  
by Subsurface Drip in the Lower-  
Middle São Francisco

---

*Leide Dayane da Silva Oliveira<sup>1</sup>; Magna Soelma  
Beserra de Moura<sup>2</sup>; José Francisco Alves do  
Carmo<sup>3</sup>; Thieres George Freire da Silva<sup>4</sup>*

## Resumo

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) exerce grande importância socioeconômica no Semiárido do Submédio do Vale do São Francisco e há necessidade de informações que auxiliem os produtores no manejo racional da água de irrigação. Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar a evapotranspiração da cana-de-açúcar variedade VAT 90-212 irrigada por gotejamento subsuperficial durante o ciclo cana-soca no Submédio do Vale do São Francisco. O experimento foi conduzido em área de cultivo comercial de cana-de-açúcar situada no Município de Juazeiro, BA, durante o ciclo de cana-soca, com a cv. VAT 90-212. A evapotranspiração da cultura

---

<sup>1</sup>Estudante de Biologia, Universidade Pernambuco (UPE), bolsista Pibic/CNPq, Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

<sup>2</sup>Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Recursos Naturais, pesquisadora, Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, magna.moura@embrapa.br.

<sup>3</sup>Biólogo, M.Sc. em Engenharia Agrícola, bolsista CNPq, Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

<sup>4</sup>Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Meteorologia Agrícola, professor da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Serra Talhada, PE.

(ETc) foi determinada pelo método do balanço de energia com base na razão de Bowen. Verificou-se que a evapotranspiração da cana-de-açúcar oscilou entre  $2,20 \text{ mm dia}^{-1}$  e  $8,13 \text{ mm dia}^{-1}$ , com média de  $5,31 \text{ mm dia}^{-1}$ . Ao longo do ciclo, a ETc totalizou  $1.916,31 \text{ mm}$ .

**Palavras-chave:** saldo de radiação, *Saccharum* spp., razão de Bowen.

## Introdução

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) desempenha papel de extrema importância para a economia do Brasil, o maior produtor mundial, com aproximadamente 33% de todo o montante produzido no mundo (JADOSKI et al., 2010). Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (2014) a cultura da cana-de-açúcar no Brasil ocupa uma área de aproximadamente 8,8 milhões de hectares, com tendência de expansão da área cultivada em diversos estados. O clima, por sua vez, exerce forte influência no crescimento e desenvolvimento das plantas, uma vez que para seu pleno desenvolvimento é necessário que variáveis como temperatura do ar, precipitação e radiação solar estejam de acordo com as exigências da cultura (MONTEIRO, 2009).

No que se refere às necessidades de água, a determinação da evapotranspiração da cultura é de suma importância no planejamento e manejo de áreas irrigadas, uma vez que o seu alto grau de precisão evita o desperdício de água e infere sustentabilidade ao sistema de produção.

As necessidades hídricas de uma cultura podem ser determinadas por métodos diretos ou indiretos ou, ainda, estimadas por meio de modelos matemáticos. O balanço de energia com base na Razão de Bowen (BERB) é um método indireto, simples e prático, utilizado para a estimativa do fluxo de calor latente (LE), o qual tem sido amplamente utilizado por vários pesquisadores. Essa metodologia possibilita a quantificação da evapotranspiração diária para cada fase do ciclo fenológico de uma cultura que, associada à evapotranspiração de referência (ETo), fornece informações sobre o coeficiente de cultura (Kc), contribuindo para o planejamento racional da irrigação (MOURA et al., 2007).

O objetivo deste trabalho foi determinar a evapotranspiração da cana-de-açúcar variedade VAT 90-212 irrigada por gotejamento subsuperficial durante o ciclo cana-soca na região do Submédio do Vale do São Francisco.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido em um canavial irrigado pertencente à empresa Agroindústrias do Vale do São Francisco S.A. (Agrovale) – latitude 09°26' S; longitude 40°19' W e altitude de 396 –, no Município de Juazeiro, Bahia. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo BSw h', caracterizado por um clima quente, semiárido, com chuvas de verão e irregulares, e temperaturas médias anuais superiores a 26 °C.

Este estudo foi realizado com cana-de-açúcar cv. VAT 90-212, no ciclo de cana-soca; cultivada em espaçamento duplo de 1,2 m por 0,6 m; irrigada por gotejamento subsuperficial, com gotejadores enterrados a 0,20 cm da superfície do solo. O experimento teve início no dia 14 de junho de 2014 e a colheita da cana-de-açúcar foi realizada em 9 de junho de 2015, totalizando um ciclo de 361 dias.

Para a determinação da evapotranspiração da cultura, utilizou-se o método do balanço de energia com base na Razão de Bowen (BERB). Para isso, foi instalada uma torre micrometeorológica equipada com sensores eletrônicos para a medida da radiação solar incidente (Rg), do saldo de radiação (Rn), do fluxo de calor no solo (G), da temperatura (Tar), vapor d'água e umidade (Ur) do ar em dois níveis acima do dossel, e da precipitação (P).

A partir dos dados coletados foram determinados os valores do fluxo de calor latente (LE) e de calor sensível (H) por meio do método do balanço de energia com base na Razão de Bowen (BERB) (AZEVEDO et al., 2003; INMAN-BAMBER; MCGLINCHEY, 2003; TEIXEIRA et al., 2007). Para converter os valores do fluxo de calor latente à superfície (LE), que representa a energia por unidade de área e por unidade de tempo, em unidade de lâmina evaporada e/ou transpirada (em um dado intervalo de tempo), ou seja, na evapotranspiração da cultura (ETc), o LE foi dividido pelo calor latente de vaporização (L) e o resultado, multiplicado pelo intervalo de tempo em que foram realizadas as medições, que foi igual a 30 minutos. A evapotranspiração da cultura (ETc, mm dia<sup>-1</sup>) diária foi determinada pela soma dos valores determinados a cada 30 minutos.

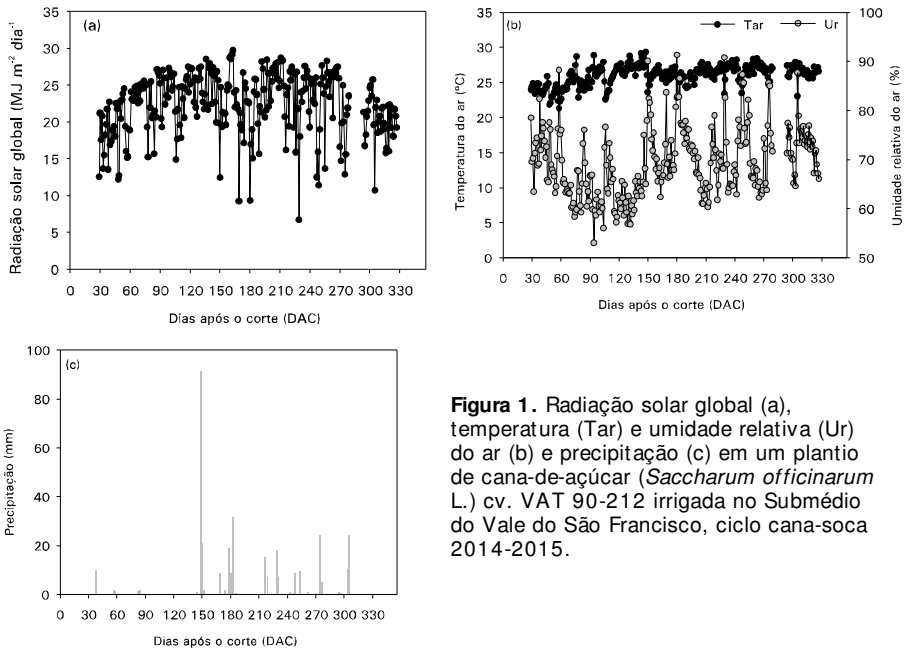
$$ETc = \frac{LE \times it \times ftempo}{L} \quad (1)$$

Em que: LE e L são expressos em W m<sup>-2</sup>; it é o intervalo de tempo de armazenamento dos valores das medidas (30 minutos); ftempo

é o fator de ajuste da escala de tempo (60 segundos). Posteriormente, foi realizada a integração destes valores para a obtenção da ET diária da cultura ( $\text{mm dia}^{-1}$ ). O somatório dos dados diários representa a ETC acumulada durante o período de estudo.

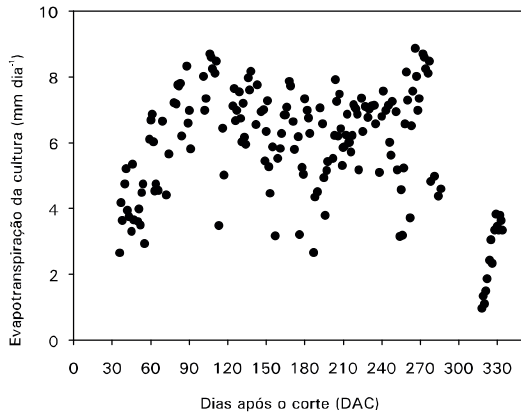
## Resultados e Discussão

Os valores médios diários das variáveis meteorológicas ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura são apresentados na Figura 1. Pode-se observar que a radiação solar global incidente ( $R_g$ ) apresentou várias oscilações durante o ciclo da cana-de-açúcar; resultado da ocorrência de dias nublados (Figura 1a). Em média, a  $R_g$  foi igual a  $22,4 \text{ MJ m}^{-2}$ , com valores mínimos e máximos de  $6,7 \text{ MJ m}^{-2}$  e  $29,7 \text{ MJ m}^{-2}$ , respectivamente. A temperatura ( $T_{ar}$ ) e a umidade relativa ( $U_r$ ) do ar apresentaram variações normais em decorrência da  $R_g$  e da precipitação. Ao longo do ciclo da cultura, a temperatura média do ar foi  $26,0 \text{ }^\circ\text{C}$ , variando de  $21,3 \text{ }^\circ\text{C}$  a  $29,3 \text{ }^\circ\text{C}$  (Figura 1b), enquanto a umidade relativa do ar média foi  $69,2\%$ , com mínimo de  $53\%$  e máximo de  $91,3\%$  (Figura 1b). Durante o período do ciclo de cana-soca choveram  $359,90 \text{ mm}$ , sendo a máxima precipitação diária de  $91,18 \text{ mm}$  (Figura 1c). Essas condições climáticas estão dentro da faixa ótima de produção para a cultura sob condições irrigadas.



**Figura 1.** Radiação solar global (a), temperatura ( $T_{ar}$ ) e umidade relativa ( $U_r$ ) do ar (b) e precipitação (c) em um plantio de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) cv. VAT 90-212 irrigada no Submédio do Vale do São Francisco, ciclo cana-soca 2014-2015.

A evapotranspiração da cultura (ETc) ao longo do ciclo de desenvolvimento é apresentada na Figura 2. Constatou-se que os valores no início do ciclo oscilaram em torno de  $3,0 \text{ mm dia}^{-1}$ , seguidos de um aumento para cerca de  $4,0 \text{ mm dia}^{-1}$ , por volta dos 36 dias após o corte (DAC).



**Figura 2.** Evapotranspiração da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) cv. VAT 90-212 irrigada por gotejamento subsuperficial no Submédio do Vale do São Francisco, ciclo cana-soca 2014-2015.

No período de crescimento máximo, aos 130 dias após o corte, a ETc atingiu, em média  $8,0 \text{ mm dia}^{-1}$ . Entretanto, entre os 200 DAC a ETc apresentou diminuição acentuada, alcançando  $6,4 \text{ mm}$ , em decorrência do tombamento da cultura. Ao longo do ciclo da cana-de-açúcar a ETc oscilou entre  $2,20 \text{ mm dia}^{-1}$  e  $8,13 \text{ mm dia}^{-1}$ , com média de  $5,31 \text{ mm dia}^{-1}$ .

Silva et al. (2012), em estudo realizado com cana-soca irrigada por sulcos sob as condições semiáridas do Submédio do Vale do São Francisco, constataram valores de ETc mínimos, médios e máximos de  $1,2 \text{ mm dia}^{-1}$ ,  $4,7 \text{ mm dia}^{-1}$  e  $7,5 \text{ mm dia}^{-1}$ , respectivamente, para a variedade RB 92-579. Carmo (2013) observou valores mínimos, médios e máximos de  $1,5 \text{ mm dia}^{-1}$ ,  $4,1 \text{ mm dia}^{-1}$  e  $7,1 \text{ mm dia}^{-1}$ , respectivamente. As diferenças constatadas e a maior ETc observada neste estudo podem estar relacionadas aos fatores inerentes às condições ambientais, ao sistema de irrigação, ao período de plantio, bem como à idade de corte e cultivares.

A ETc acumulada para todo o ciclo produtivo foi da ordem de 1.916,31 mm. Esse valor foi superior ao apresentado por Carmo (2013), que observou um requerimento hídrico total de 1.478 mm para um período de 347 dias. Essa diferença pode ter ocorrido porque este estudo compreendeu um período de 361 dias.

Conforme apresentado, existem variações nos valores da ETc para a cultura, que são inerentes ao ciclo de produção (cana planta ou soca), às cultivares, aos sistemas de irrigação, aos tipos de solos e às épocas de plantio ou de corte, que definem as condições meteorológicas predominantes no período de desenvolvimento da cultura. Assim, como a cana-de-açúcar é altamente produtiva, sob condições de alta luminosidade e disponibilidade de água, o manejo de água de irrigação deve ser realizado em busca da melhor eficiência, ou seja, pautado em dados de ETc e de coeficientes de cultivo (Kc) definidos localmente, respeitando-se as cultivares, solo, clima e sistemas de irrigação utilizados na região.

## Conclusões

A evapotranspiração média da cana-de-açúcar foi de 5,31 mm dia<sup>-1</sup>, totalizando ao final do ciclo 1.916,31 mm. O comportamento sazonal da evapotranspiração da cana-de-açúcar deve ser considerado na aplicação de água à cultura. Os valores diários da evapotranspiração da cultura e de referência definem o coeficiente de cultivo, e este, por sua vez, a lâmina de água aplicada via sistema de irrigação. Essas informações são essenciais para o manejo de irrigação da cultura, visando melhor eficiência no uso da água.

## Agradecimentos

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de iniciação científica do primeiro autor, à Agrovale pela disponibilização do canavial e à Embrapa pelo apoio financeiro.

## Referências

AZEVEDO, P. V. de; SILVA, B. B. da; SILVA, V. R. R. da. Water requirements of irrigated mango orchards in northeast Brazil. **Agricultural Water Management**, [Amsterdam], v. 58, p. 241-254, 2003.

CARMO, J. F. A. **Evapotranspiração da cana-de-açúcar irrigada por gotejamento subsuperficial no Submédio do Vale do São Francisco**. 2013. 73 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar: safra 2013/2014**. Brasília, DF, 2013. Disponível em: < [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13\\_12\\_20\\_10\\_56\\_08\\_boletim\\_cana\\_portugues\\_-\\_dez\\_2013\\_3o\\_lev\\_-\\_original.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_12_20_10_56_08_boletim_cana_portugues_-_dez_2013_3o_lev_-_original.pdf) > . Acesso em: 15 jan. 2015.

INMAN-BAMBER, N. G.; MCGLINCHEY, M. G. Crop coefficients and water-use estimates for sugarcane based on long-term Bowen ratio energy balance measurements. **Field Crops Research**, [Amsterdam], v. 83, p. 125-138, 2003.

JADOSKI, C.J.; TOPPA, B. E. V.; JULIANETTI, A.; HULSBOF, T.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D.; Fisiologia do desenvolvimento do estágio vegetativo da cana-de-açúcar. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava, v. 3, n. 2, maio/ago., 2010.

MONTEIRO, J. E. B. A. (Org.). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília, DF: INMET, 2009. 530 p. il.

MOURA, M. S. B.; SOARES, J. M.; GURGEL, M. T.; SILVA, T. G. F. Balanço de energia na cana-de-açúcar irrigada no Submédio São Francisco. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 17., 2007, Mossoró. **Agricultura Irrigada no Semiárido: anais**. Mossoró: ABID: Governo do Estado do Rio Grande do Norte, 2007. 1 CD-ROM.

SILVA, T. G. F.; MOURA, M. S. B.; ZOLNIER, S.; SOARES, J. M.; VIEIRA, V. J. S.; JÚNIOR, W. F. G. Requerimento hídrico e coeficiente de cultura da cana-de-açúcar irrigada no Semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 1, p. 64-71, 2012.

TEIXEIRA, A. H. de C.; BASTIAANSEN, W. G. M.; BASSOI, L. H. Crop water parameters of irrigated wine and table grapes to support water productivity analysis in the São Francisco river basin, Brazil. **Agricultural Water Management**, [Amsterdam], v. 94, p. 31-42, 2007.