

REQUERIMENTO HÍDRICO E EFICIÊNCIA DE USO DA ÁGUA EM UM CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR NA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO, BRASIL

THIERES G. F. DA SILVA¹, MAGNA S. B. DE MOURA², SÉRGIO ZOLNIER³, JOSÉ M. SOARES⁴, JOSÉ FRANCISCO A. DO CARMO⁵

¹ Eng^o. Agrônomo, Doutorando em Meteorologia Agrícola, DEA, UFV/Viçosa – MG. E-mail: thieres.silva@ufv.br

² Eng^a. Agrônoma, Pesquisadora, Setor de Agrometeorologia, Embrapa Semi-Árido/Petrolina – PE. E-mail: magna@cpatsa.embrapa.br

³ Eng^o. Agrônomo, Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Agrícola, UFV/Viçosa – MG. E-mail: zolnier@ufv.br

⁴ Eng^o. Agrônomo, Pesquisador Aposentado da Embrapa Semi-Árido, Petrolina – PE. E-mail: monteiro@cpatsa.embrapa.br

⁵ Graduando em Biologia, Bolsista, Embrapa Semi-Árido/Petrolina – PE. E-mail: jose.alves@cpatsa.embrapa.br

Escrito para apresentação no
XXXVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
2 a 6 de agosto de 2009 - Juazeiro-BA/Petrolina-PE

RESUMO: O objetivo desse trabalho foi determinar o requerimento hídrico e analisar o desempenho da irrigação de um cultivo de cana-de-açúcar na Bacia do Rio São Francisco, Brasil. O experimento foi conduzido em uma área comercial situada no município de Juazeiro, Bahia. Para determinar a evapotranspiração da cultura foram estimados os valores do fluxo de calor latente por meio do método do Balanço de Energia Razão de Bowen. Na avaliação da eficiência do uso de água foram utilizados os seguintes indicadores de desempenho: suprimento relativo de água, evapotranspiração relativa, fração de redução de água, déficit de água, produtividade da água e a relação entre o rendimento real e potencial da cultura. O requerimento hídrico da cana-de-açúcar durante o ciclo de cana-soca foi de 1695,1 mm. A produtividade de colmos foi correspondente a 11,93 kg por m⁻³ de água. Os indicadores de desempenho obtidos neste trabalho poderão ser utilizados como referência para analisar a eficiência do uso de água dos sistemas de produção de cana-de-açúcar irrigada no Semi-Árido brasileiro, região da Bacia do Rio São Francisco.

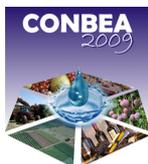
PALAVRAS-CHAVE: balanço de energia, evapotranspiração, produtividade de água

WATER REQUIREMENT AND WATER USE EFFICIENCY IN A SUGARCANE CULTIVATION IN THE SÃO FRANCISCO RIVER BASIN, BRAZIL

ABSTRACT: The objective of this work was to determine the water requirement and to analyze performance irrigation of sugarcane grown in the São Francisco River Basin, Brazil. The experiment carried out in a commercial area located at Juazeiro City, Bahia. Crop evapotranspiration was obtained through of the latent heat flux and the Bowen ratio energy balance method. To evaluate the water use efficiency were used the following performance indicators: relative water supply, relative evapotranspiration, depleted fraction, crop water deficit, water productivity and relationship between the real and potential yield. The water requirement of the sugarcane crop during the cycle was of 1695.1 mm. The cane productivity was equal to 11.93 kg per m⁻³ of water. The performance indicators obtained in the work can be used as reference to analyze the water use efficiency of the systems of sugarcane production in the region of the São Francisco River Basin.

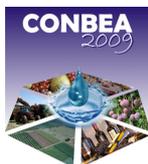
KEYWORDS: energy balance, evapotranspiration, water productivity

INTRODUÇÃO: A crescente demanda por água e alimentos nas áreas urbana e industrial, bem como nos sistemas de produção agrícola, tem proporcionado aumento na demanda por técnicas que permitam maior segurança na produção dos cultivos e redução no volume de água aplicado. Assim, o uso eficiente da água de irrigação tem sido foco do interesse de



produtores, técnicos e pesquisadores. Para isso, a determinação do requerimento hídrico das culturas ganha extrema importância, pois a evapotranspiração é uma ferramenta de manejo de água, essencial para o planejamento da irrigação. Além do mais, a evapotranspiração permite avaliar os impactos dos sistemas de produção sob o meio ambiente por meio da aplicação de modelagem hidrológica em escala local e regional, que é importante em estudos de planejamento de bacias hidrográficas e desenvolvimento da agricultura. O requerimento hídrico da cana-de-açúcar é influenciado por fatores inerentes as condições ambientais, técnicas agrícolas, período de plantio, cultivares e entre outros, normalmente apresentando uma redução com o decorrer dos ciclos de cultivo (cana-planta, cana-soca e ressoca). Por esses motivos, o requerimento hídrico da cultura da cana-de-açúcar apresenta grandes variações entre as regiões de produção. A relação entre a evapotranspiração, irrigação e rendimento da cultura é um ótimo indicador da performance do uso da água nos sistemas de produção agrícolas (TEIXEIRA et al, 2007). Assim, o objetivo desse trabalho foi determinar o requerimento hídrico e analisar a eficiência do uso de água de um cultivo de cana-de-açúcar irrigada no semi-árido da Bacia do Rio São Francisco, Brasil.

MATERIAIS E MÉTODOS: O experimento foi conduzido em um talhão de 12,17 ha de uma área comercial de cana-de-açúcar, variedade RB 92-579, da Empresa Agrovale, situada no município de Juazeiro, Bahia, Semi-Árido brasileiro. O solo da área experimental é do tipo Vertissolo. As fileiras de plantio foram dispostas em espaçamento de 1,5 metros. A adubação foi realizada com base na análise de solo, enquanto que a irrigação por sulco, utilizando um sistema de condução de tubos janelados, foi realizada considerando os valores da evapotranspiração de referência (ET_o), obtida pela equação de Penman-Monteith parametrizada pela FAO (ALLEN et al., 1998) e dados de umidade do solo obtidos por meio de uma sonda de monitoramento da umidade no perfil do solo (PR2/6, Delta-T Devices Ltd., Burwell, Cambridge, UK). O ciclo da cultura foi dividido em quatro fases fenológicas: Fase I - germinação e estabelecimento, Fase II - perfilhamento, Fase III - crescimento máximo e Fase IV - maturação, para as quais foram determinados os requerimentos hídricos acumulados por meio do balanço de energia com base na razão de Bowen. Para isso, foi instalada uma torre micrometeorológica de oito metros de altura no centro do talhão (9°28'07" S; 40°22'43" O; 386,5m), equipada com um saldo radiômetro (NR-Lite Net radiometer), dois psicrômetros ventilados com termopares do Tipo T de Cobre-Constantan (instalados em dois níveis sobre o dossel) e três fluxímetros (HFT3-REBS) instalados a 2 cm de profundidade no solo. Utilizou-se um sistema de aquisição de dados (CR10X, Campbell Scientific Inc, Logan, Utah, USA) conectado a um multiplexador (AM16/32, Campbell Scientific Inc, Logan, Utah, USA), programado para realizar medidas a cada 60 segundos e armazenar médias em intervalos de 15 minutos. Para determinar a evapotranspiração da cultura (ET_c) foram medidos o saldo de radiação (R_n, W m⁻²) e o fluxo de calor no solo (G, W m⁻²) e determinados os valores do fluxo de calor latente (λE, W m⁻²) por meio do método do balanço de energia com base na razão de Bowen (BERB) (AZEVEDO et al., 2003). A ET_c diária foi determinada utilizando os valores dos fluxos de calor latente (λE) integrados para o período de R_n > 0 e os critérios propostos por PEREZ et al. (1999). Para avaliar a eficiência do uso de água foram utilizados os indicadores sugeridos por BASTIAASSEN et al. (2001): suprimento relativo de água, (P + I)/ET_p; evapotranspiração relativa, ET_c/ET_p; fração de redução de água, ET_c/(P + I); déficit de água da cultura, ET_p - ET_c, em mm; produtividade da água da cultura, Y/ET_c, em kg m⁻³, sendo P = precipitação acumulada (mm), I = quantidade de água aplicada pela irrigação (mm), ET_p = evapotranspiração potencial da cultura, resultante do produto ET_o x K_c (coeficiente de cultivo); ET_c = evapotranspiração da cultura (mm), Y = rendimento de colmos (t ha⁻¹), que foi



obtido por meio de amostragens realizadas na área experimental ao final do ciclo. Um indicador adicional utilizado nessa análise foi a relação entre o rendimento real e potencial entre Y/Y_{pot} , em que Y_{pot} = rendimento potencial de colmos, obtido utilizando o modelo da Zona Agroecológica da FAO calibrado para as condições experimentais do presente trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Figura 1 é apresentado o requerimento hídrico para cada uma das fases fenológicas e para todo o ciclo de produção da cana-de-açúcar. Observa-se que na fase de germinação e estabelecimento a evapotranspiração acumulada foi de 149,3 mm, enquanto que para a fase de perfilhamento, a demanda por água foi de 246,8 mm. A fase de crescimento máximo da cultura apresentou um requerimento de 1140,0 mm. Por outro lado, na fase de maturação, onde a irrigação é suspensa para promover o aumento da concentração de sacarose nos colmos, a evapotranspiração acumulada da cana-de-açúcar foi de 155,9 mm. O requerimento total da cultura durante o ciclo de cana-soca foi de 1695,1 mm. Esses resultados foram similares aos revisados por PACHECO et al. (1983) que encontraram valores de ET_c entre 1600 e 1800 mm, na Província de Matanzas, em Cuba; 1420 a 1650, em Porto Rico; e 1936 mm, na Argentina.

Na Figura 2 podem ser observadas as entradas e saídas de água do sistema de produção, oriundas da irrigação e precipitação e da evapotranspiração ao longo do ciclo produtivo de cana-soca, respectivamente. Constata-se que, o volume de água aplicado por irrigação e precipitação ($P + I$) foi muito superior a ET_c , o que resultou em um suprimento relativo de água igual a 1,79. Esse valor indica que o volume da água aplicado foi 79% maior do que a quantidade necessária para atender o requerimento hídrico da cultura (ET_c). Apesar disso, foi evidenciado que houve uma deficiência 25,29 mm de água, que provavelmente está relacionada a fatores intrínsecos da cultura e ao próprio sistema de produção. Como resultado, a relação entre o rendimento real e potencial foi de 0,90 e a evapotranspiração relativa, que apresenta correlação com a produção, foi de 0,99, demonstrando que a cultura se desenvolveu em condições plenas de cultivo. Por outro lado, a fração de redução de água revelou que nem todo volume de água aplicado por irrigação e precipitação foi utilizado pela cultura, apresentando uma perda de 55% para o ciclo completo. Em termos de produtividade da água, relacionando o rendimento de colmos amostrado na área experimental, verificou-se que a cultura da cana-de-açúcar obteve uma eficiência de $11,93 \text{ kg m}^{-3}$.

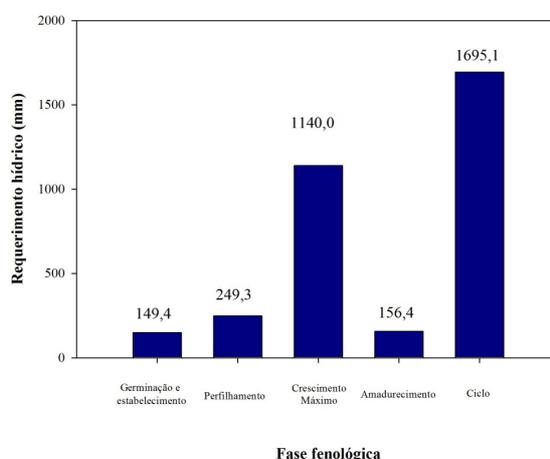
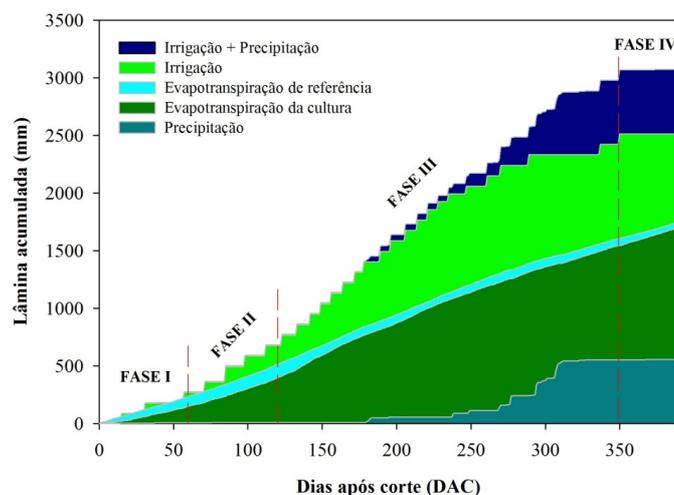


FIGURA 1. Requerimento hídrico da cana-de-açúcar, variedade RB 92-579, em Juazeiro – BA, para cada fase fenológica e acumulada para o ciclo de cana-soca.



FASE I - Germinação e estabelecimento FASE II - Perfilhamento
FASE III - Crescimento Máximo FASE IV - Amadurecimento

FIGURA 2. Entradas (irrigação e precipitação) e saída (evapotranspiração) de água acumuladas ao longo do ciclo da cana-de-açúcar, variedade RB 92-579, em Juazeiro - BA.

CONCLUSÃO: A partir desse trabalho foi possível definir o requerimento hídrico (1695,1mm) e os indicadores de desempenho do uso da água para a cana-de-açúcar durante o período de cana-soca cultivada sob condições plenas. A produtividade de colmos foi correspondente a 11,93 kg por m⁻³ de água. Essas informações podem ser utilizadas para analisar a eficiência do uso de água dos sistemas de produção de cana-de-açúcar irrigada no Semi-Árido brasileiro, na região da Bacia do Rio São Francisco.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R.G., PEREIRA, L.S., RAES, D., SMITH, M. Crop evapotranspiration - guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. FAO, Rome, 1998. 326 p.
- AZEVEDO, P.V. de; SILVA, B.B. da; SILVA, V.P.R. Water requirements of irrigated mango orchards in northeast Brazil. *Agricultural Water Management*, v.58, p.241–254, 2003.
- BASTIAASSEN, W.G.M., BRITO, R.A.L., BOS, M.G., SOUZA, R.A., CAVALCANTI, E.B., BAKKER, M.M. Low cost satellite data for monthly irrigation performance monitoring: benchmarks from Nilo Coelho, Brazil. *Irrigation Drainage System*, v. 15, p.53–79, 2001.
- PACHECO, P.; ALONSO, N.; GUTIÉRREZ, A. A study of the sugar cane evapotranspiration in Cuba. In: Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists, 18, 1983, Ciudad De La Habana, Cuba. *Proceedings...*, Ciudad De La Habana, Cuba: Society of Sugar Cane Technologists. 1983, p. 380-387.
- PEREZ, P.J.; CASTELLVÍ, F.; IBÁÑEZ M.; ROSSELL J.I. Assessment of reliability of Bowen ratio method for partitioning fluxes. *Agricultural Forest Meteorology*, v.97, p.141–150, 1999.
- TEIXEIRA, A.H. de C., BASTIAANSSEN, W.G.M., BASSOI, L.H. Crop water parameters of irrigated wine and table grapes to support water productivity analysis in the Sao Francisco river basin, Brazil. *Agricultural water management*, v.94, p.31–42, 2007.