

# ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DA ÁGUA DA CANA-DE-AÇÚCAR IRRIGADA NA REGIÃO SEMI ÁRIDA, BRASIL

THIERES G. F. SILVA<sup>1</sup>, MAGNA S. B. MOURA<sup>3</sup>, SERGIO ZONIER<sup>2</sup>, JOSÉ FRANCISCO A. DO CARMO<sup>4</sup>, ELIETH O. BRANDÃO<sup>4</sup>, LUCIANA S. B. SOUZA<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Eng. Agrônomo, doutorando, Depto. de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa – MG, Fone: (0xx31) 3899-1891, thieresfreire@vicosa.ufv.br.

<sup>3</sup>Eng. Agrônomo, Pesq. Dra., Embrapa Semi-Árido, Petrolina - PE. E-mail: magna@cpatsa.embrapa.br

<sup>2</sup>Eng. Agrícola/Agrônomo, Prof., Dr., Depto. de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa – MG.

<sup>4</sup>Bolsistas, Embrapa Semi-árido, Petrolina-PE. E-mail: luciana.souza@cpatsa.embrapa.br

<sup>5</sup>Bióloga, mestranda em Meteorologia Agrícola, Depto. de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa – MG

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 22 a 25 de Setembro de 2009 - GrandDarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções - Belo Horizonte, MG

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi realizar uma análise da produtividade de água da cultura (PAC) em um sistema de produção de cana-de-açúcar irrigada. O experimento foi conduzido em uma área de cultivo comercial localizada na região semi-árida da Bacia do Rio São Francisco, no município de Juazeiro/BA. Os dados de biomassa seca acumulada da palhada e dos colmos, evapotranspiração da cultura (ETc), precipitação (P) e o volume de água aplicado na irrigação (I) foram utilizados nos cálculos da PAC. Com os resultados, verificou-se que, antes do período de maturação da cana-de-açúcar, a maior produtividade de água foi observada entre os meses produtivos 7 e 9 para os colmos e 3 e 7 para a palhada. Constatou-se também que a cana-de-açúcar apresentou uma eficiência de produção de 9,52 e 5,36 quilos de colmos, 1,27 e 0,72 gramas de açúcar e 912,61 e 513,31 mililitros de álcool por cada metro cúbico de água consumido pela cultura (ETc) e proveniente da precipitação e, ou, aplicado por irrigação (P+I), respectivamente. Estas informações poderão ser utilizadas para subsidiar ações de redução do desperdício de água nos sistemas de produção de cana-de-açúcar irrigada na Bacia do Rio São Francisco.

**PALAVRAS-CHAVE:** eficiência do uso de água, evapotranspiração, rendimento de colmos

## WATER PRODUCTIVITY ANALYSIS OF THE SUGARCANE CROP IN THE SEMI ARID REGION, BRAZIL

**ABSTRACT:** The objective of this work was to accomplish an analysis of the crop water productivity (CWP) in a production system of irrigated sugarcane. The experiment was carried out in a commercial area located in semi-arid region of São Francisco river basin in the district of Juazeiro, Bahia State. The data of straw and stalk accumulated dry biomass, evapotranspiration (ETc), precipitation (P) and applied water amount by irrigation (I) were used to calculations of CWP. With results, it was verified that, before the period of maturation of the sugarcane, the largest water productivity was observed between the months productive 7 and 9 for the stalks and 3 e 7 for the straw. It was also verified that, the sugarcane presents an efficiency of 9.26 and 5.30 kilos ok stalk, 1.28 and 0.70 kilos of sugar and 919.05 and 507.54 milliliters of alcohol for each cubic meter of consumed water by crop (ETc) and resulting from the precipitation and, or, applied water for irrigation (P + I), respectively.

**KEY-WORDS:** Water use efficiency, evapotranspiration, stalk yield

**INTRODUÇÃO:** O Brasil, atualmente é um dos maiores produtores mundiais de cana-de-açúcar e seus derivados como etanol, bagaço e os recentes avanços na conversão de cana e

melaço em biocombustível têm fortalecido cada vez mais a matriz energética brasileira (EPE, 2008). Na região Semi Árida da Bacia do Rio São Francisco, a cana-de-açúcar tem apresentado um desempenho de destaque em relação a outras áreas de cultivo no país, especialmente, deve a utilização de irrigação no sistema de produção. Sob condições de disponibilidade de água e nutrientes, a cana-de-açúcar produz uma grande quantidade de biomassa, contudo, quando explorada em condições de estresse hídrico durante as fases críticas (perfilhamento e início da elongação de colmos), podem apresentar reduções expressivas no acúmulo de biomassa total, biomassa dos colmos e de sacarose. Por outro lado, quando bem aplicado (especificamente durante a fase de maturação), o estresse hídrico aumenta a concentração de sacarose nos colmos (INMAN-BAMBER et al., 2004; SINGH et al., 2007). Estas informações permitem confirmar que o manejo de água adequado e estratégico durante todo o ciclo da cana-de-açúcar torna-se de grande importância. Por este motivo, um aspecto que deve ser destacado, refere-se à eficiência do uso de água, uma vez que trata-se de uma informação que permite melhorar o planejamento e a tomada de decisão da irrigação e, conseqüentemente, aumentar o rendimento e a lucratividade do sistema de produção (INMAN-BAMBER & SMITH, 2005;). Com isso, este trabalho teve como objetivo realizar uma análise da eficiência do uso de água em um sistema de produção de cana-de-açúcar irrigada visando fornecer informações que auxiliem na melhoria do manejo da água.

**MATERIAIS E MÉTODOS:** Este estudo foi conduzido em um talhão de 12,17 hectares de uma área comercial de cana-de-açúcar (variedade 92-579) (9°28'07"S; 40°22'43"O; 386,5m), localizada no município de Juazeiro, Bahia, na região semi-árida do Nordeste brasileiro. Os valores de produtividade da água da cultura ( $PA_C$ ) foram obtidos considerando o rendimento (Y) de biomassa dos colmos e da palhada, em base seca, e o rendimento industrial de colmos, açúcar e álcool, utilizando a seguinte expressão:

$$FRA = \frac{Y}{ETc \text{ ou } (I + P)} \dots\dots\dots(1)$$

em que, ETc = evapotranspiração mensal da cultura (mm); P = precipitação mensal (mm); e, I = quantidade de água mensal aplicada por irrigação (mm). Para determinação da biomassa total, dos colmos e da palhada da cana-de-açúcar, foi adaptada a metodologia utilizada por INMAN-BAMBER & MCGLINCHEY (2003), onde nas amostragens de plantas foram coletados ao nível do solo entre quatro e cinco metros lineares em três subáreas, totalizando entre 18 e 24 m<sup>2</sup> de material a ser analisado, e os quais foram pesados separadamente, obtendo o peso total por parcela (PF1 – peso fresco da primeira subamostra). Desse volume total, em cada subárea, foram amostrados 15 colmos representativos. Os pesos dos colmos e da palhada dos componentes dos 15 colmos forneceram o peso total dos respectivos componentes por subárea (PF2 – peso fresco da segunda subamostra). Após essa etapa, o material foi triturado em uma forrageira, de onde foram retiradas, para cada subárea, subamostras dos colmos e da palhada. Em seguida, essas subamostras foram colocadas em recipientes de alumínio, pesadas (PF3 – peso fresco da terceira amostragem) em uma balança de precisão de 0,001 g (Modelo MARK 210A, Bel Engineering, Monza-MI, Itália) para, posteriormente, serem secas em estufa de ventilação forçada com temperatura entre 65-70oC. Os valores de ETc A foram determinados por meio dos dados de fluxo de calor latente (LE) estimados utilizando o método do Balanço de Energia - Razão de Bowen (BERB) (TEXEIRA et al., 2007; TODD et al., 2000). O período experimental compreendeu os meses de junho/2007 a julho/2008, totalizando 13 meses produtivos, durante o ciclo de soca. As fases fenológicas da cultura foram caracterizadas como: Fase I (brotação e estabelecimento), Fase II (estabelecimento e perfilhamento), Fase III (crescimento máximo) e Fase IV (maturação).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A partir dos dados de biomassa seca dos colmos e palhada da cana-de-açúcar, do volume de água proveniente da precipitação ou aplicado por irrigação (P+I) e da evapotranspiração da cultura (ETc), foi possível analisar, ao longo do ciclo, a eficiência do uso de água em termos de produtividade da água da cultura (PA<sub>C</sub>). A PA<sub>C</sub> com base no rendimento de colmos pode ser observada nas Figuras 1A e 1B, enquanto que, em termos de palhada é demonstrada nas Figuras 2A e 2B. Constata-se que entre os meses produtivos 7 e 9, que compreendem parte da Fase III, ocorreram os maiores valores de PA<sub>C</sub> em colmos, tanto quando foi considerado os valores de ETc ( $6,26 \pm 0,62 \text{ kg m}^{-3}$ ) quanto o volume de água aplicado por P+I ( $2,98 \pm 0,70 \text{ kg m}^{-3}$ ). No período subsequente desta mesma fase, os valores de PA<sub>C</sub> em termos de colmos, reduziram, nesta mesma ordem, para  $0,81 \text{ kg m}^{-3}$  e  $0,48 \text{ kg m}^{-3}$  no mês produtivo 12.

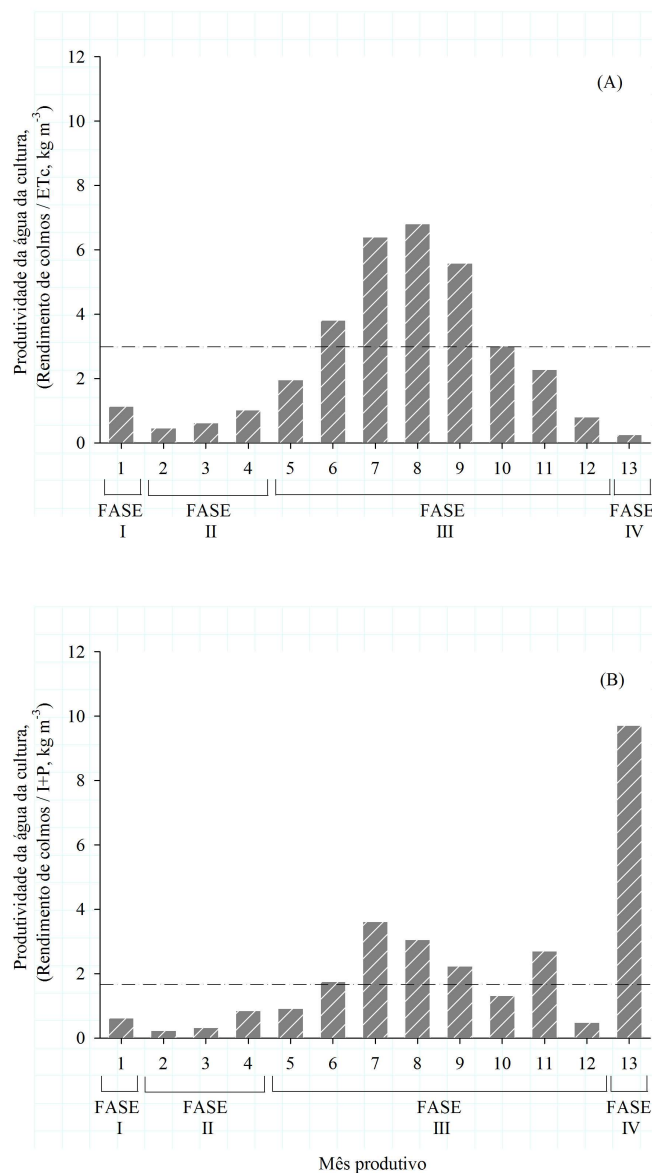


Figura 1. Produtividade da água (PA<sub>C</sub>) da cana-de-açúcar irrigada cultivada na região semi-árida da Bacia do Rio São Francisco, considerando a relação entre o rendimento de colmos e a evapotranspiração da cultura (ETc) (A) e o volume de água aplicado no sistema de produção (P+I). Obs.: A linha tracejada em cada gráfico indica os valores médios durante o ciclo.

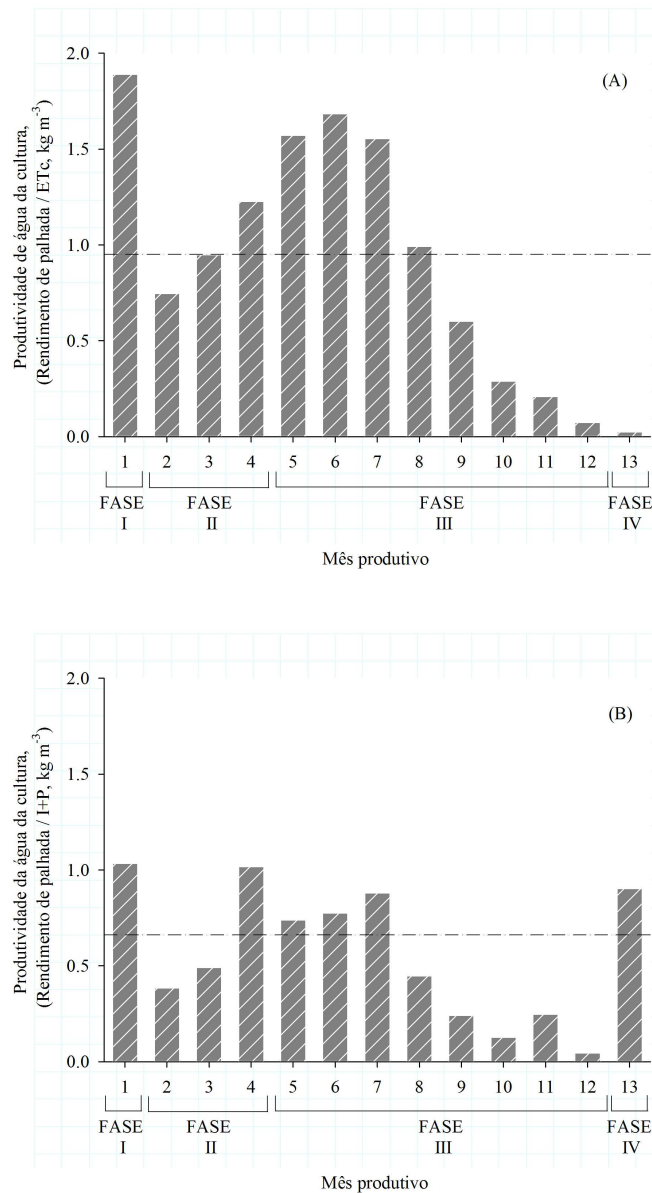


Figura 2. Produtividade da água ( $PA_C$ ) da cana-de-açúcar irrigada cultivada na região semi-árida da Bacia do Rio São Francisco, considerando a relação entre o rendimento de palhada e a evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ) (A) e o volume de água aplicado no sistema de produção ( $P+I$ ) (B). Obs.: A linha tracejada em cada gráfico indica os valores médios durante o ciclo.

Na Fase IV (mês produtivo 13), a  $PA_C$  obteve valor de  $9,71 \text{ kg m}^{-3}$ , considerando  $P+I$  (Figura 1B), como resultado da suspensão da irrigação nesse período e da pequena taxa de acúmulo de biomassa, que foi condicionada basicamente pelo conteúdo de água ainda existente no solo. Em termos de  $ET_c$ , observa-se que o menor valor do ciclo da cultura ( $0,26 \text{ kg m}^{-3}$ ) ocorreu na Fase IV, sendo inferior aos valores da Fase II que variaram de  $0,46$  a  $1,03 \text{ kg m}^{-3}$  e da Fase I ( $1,14 \text{ kg m}^{-3}$ ), em que a cultura ainda apresentava crescimento reduzido. Em base de palhada, a  $PA_C$  foi máximo entre os meses produtivos 4 e 7 (Figura 2A e 2B), onde se constatou um valor de  $1,51 \pm 0,20 \text{ kg m}^{-3}$  e  $0,85 \pm 0,12 \text{ kg m}^{-3}$ , utilizando  $ET_c$  e  $P+I$ , respectivamente. A partir desse período os valores reduziram de  $0,95 \text{ kg m}^{-3}$  para  $0,02 \text{ kg m}^{-3}$

ao final do ciclo (mês produtivo 13), considerando a ETc. No ciclo, verificou-se que a cana-de-açúcar obteve uma produtividade da água os colmos, em base seca, de 2,96 e 1,67 kg m<sup>-3</sup>, considerando os valores de ETc e P+I, respectivamente. Por outro lado, em termos de palhada, constatou-se que a cana-de-açúcar obteve uma produtividade da água, nessa ordem, de 0,94 e 0,53 kg m<sup>-3</sup>. Assumindo o rendimento de colmos em base industrial, o valor de PAC foi igual a 9,52 kg m<sup>-3</sup> utilizando a ETc (Tabela 1). Por outro lado, considerando o volume de água oriundo P+I, o valor de PAC foi igual a 5,36 kg m<sup>-3</sup>. INMAN-BAMBER & SMITH (2005) mencionam que, a PAC da cana-de-açúcar pode atingir valores elevados, variando entre 4,8 a 12,1 kg m<sup>-3</sup> para o Sudeste da África, Havaí e Austrália, de 5,3 a 15,4 kg m<sup>-3</sup>, a depender da faixa de acúmulo de biomassa da cultura e do déficit de pressão de vapor da região, e podendo atingir até 27 kg m<sup>-3</sup> sob condições irrigadas. Em termos de rendimento de açúcar e álcool a cana-de-açúcar apresentou uma PAC de 1,27 g m<sup>-3</sup> e 912,61 ml m<sup>-3</sup> quando foram considerados os valores de ETc (Tabela 1). Com base nos valores de P+I os valores de PAC foram 0,72 g m<sup>-3</sup> e 513,31 ml m<sup>-3</sup>, respectivamente.

**CONCLUSÃO:** A cana-de-açúcar, sob as condições climáticas da região semi-árida da Bacia do Rio São Francisco, apresenta níveis consideráveis de produtividade da água dos colmos, açúcar e de álcool por cada metro cúbico de água consumido pela cultura (ETc) e proveniente da precipitação e, ou, aplicado por irrigação (P+I); estas informações poderão ser utilizadas para analisar a eficiência do uso de água dos sistemas de produção de cana-de-açúcar irrigada nessa região.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balço Energético Nacional 2008:** Ano base 2007. – Rio de Janeiro: EPE, 2008. 244p.

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**, v.83, p.125–138, 2003.

INMAN-BAMBER, N.G.; SMITH, D.M. Water relations in sugarcane and response to water deficits, **Field Crops Research**, v.92, p.185-202, 2005.

SINGH, P.N.; SHUKLA, S.K.; BHATNAGAR, V.K. Optimizing soil moisture regime to increase water use efficiency of sugarcane (*Saccharum spp. hybrid complex*) in subtropical India. **Agricultural Water Management**, v.90, p.95-100, 2007.

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 Sao Francisco river basin, Brazil. **Agricultural water management**, v.94, p.31–42, 2007.

TODD, R. W., EVETT, S. R., HOWELL, T. A. The Bowen ratio-energy balance method for estimating latent heat flux of irrigated alfalfa evaluated in a semi-arid, advective environment. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.103, p.335–348, 2000.