

ACESSO AO DESEMPENHO DE IRRIGAÇÃO NA CULTURA DA MANGUEIRA NA REGIÃO SEMI - ÁRIDA DO NORDESTE DO BRASIL

A.H. de C. TEIXEIRA¹, W.G.M. BASTIAANSEN², AHMAD. MOBIM-UD-DIN³, BOS,
M.G.⁴, M. S. B. MOURA¹, J. M. SOARES¹

¹Embrapa Semi-Árido, P.O. Box 23, 56302-970, Petrolina, PE, Brasil. Fone: 87 38621711. Fax: 87 38621744. heribert@cpatsa.embrapa.br
²Water Watch, General Foulkesweg 28, 6703 BS, Wageningen, The Netherlands, ³International Water Management Institute, P. O. Box 2075,
Colombo, Sri Lanka, ⁴International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation, P.O.Box 67500 AA, Enschede, The
Netherlands

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007 –
Aracaju – SE

RESUMO: Parâmetros hídricos foram estimados em um cultivo comercial de mangueira durante dois ciclos produtivos. A evapotranspiração atual (ET) foi obtida pelo método das correlações turbulentas, enquanto para a de referência (ET_0), a equação de Penman-Monteith (FAO 56) foi aplicada. O valor acumulado médio de ET para os dois ciclos foi de 1333 mm, correspondendo a uma taxa diária de 3,5 mm dia⁻¹ e coeficientes de cultura baseados na evapotranspiração (K_c) e transpiração (K_{cb}) de 0,87 e 0,78, respectivamente. A fração média de depleção de água (FD) no solo foi de 0,80 e o déficit hídrico médio (DH) médio foi de 118 mm, representando em geral um bom desempenho de irrigação. A produtividade de água (PA) foi em torno de 4,5, 3,4 e 5 kg m⁻³ quando baseada na irrigação, evapotranspiração e transpiração, respectivamente. Os valores monetários correspondentes foram 4,60, 3,50 e 5,20 US\$ m⁻³, o que indicou um elevado rendimento com o cultivo irrigado da cultura da mangueira na região semi-árida do Brasil.

PALAVRAS - CHAVE: mango, evapotranspiração, produtividade de água.

IRRIGATION PERFORMANCE ASSESSMENT IN MANGO CROP IN SEMI ARID REGION OF NORTHEAST BRAZIL

ABSTRACT: Water parameters were estimated in a commercial mango crop during two growing seasons. The evapotranspiration (ET) was obtained by eddy correlation method, while for reference evapotranspiration (ET_0), the FAO Penman Monteith equation was applied. The mean accumulated value of ET for the two growing seasons was 1333 mm, which corresponded to an averaged value of 3.5 mm day⁻¹. The mean crop coefficients based on evapotranspiration (K_c) and on transpiration (K_{cb}) were 0.87 and 0.68, respectively. The averaged depleted fraction (DF) was 0,80, while for the crop water deficit indicator (CWD) it was in 118 mm, representing in general a good irrigation performance. The crop water productivity (CWP) was 4.5, 3.4 and 5.0 kg m⁻³, when based on irrigation, evapotranspiration and transpiration, respectively, with corresponding economic values of 4.60, 3.50 and 5.20 US\$ m⁻³, what indicated a good gross income with irrigated mango crop in the semi arid region of Brazil.

KEYWORDS: Mango, evapotranspiration, water productivity

INTRODUÇÃO: A cultura da mangueira é uma das mais importantes fruteiras para os mercados local e externo no Nordeste brasileiro. O conhecimento das interações entre a irrigação, o consumo hídrico e a produção de frutos são essenciais para a adoção de boas práticas no manejo racional dos recursos hídricos. O conceito de produtividade de água apresenta vários pontos de vista, sendo os mais comuns a relação da produção com a quantidade da água aplicada ou consumida. Os indicadores de desempenho descrevem o comportamento hidrológico dos sistemas de irrigação (Bos et al., 2005), e para o acesso desse desempenho, torna-se necessária a obtenção da evapotranspiração ao longo do ciclo de produção. Experimentalmente, este parâmetro é difícil de ser obtido na cultura da mangueira pelo método do balanço hídrico no solo (Rana et al., 2005), ou através da separação da transpiração e evaporação do solo (Yunusa et al., 2004; Testi et al., 2006), sendo os métodos micrometeorológicos considerados os mais precisos (Azevedo et al., 2003; Vilalobos et al., 2004; Yunusa et al., 2004; Rana et al., 2005; Paço et al., 2006; Testi et al., 2006). Buscando subsidiar recomendações estratégicas e racionais para o manejo da irrigação, os objetivos desse estudo na cultura da mangueira foram a obtenção da evapotranspiração para a avaliação do desempenho de irrigação na cultura da mangueira no semi-árido do Nordeste do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS: O estudo foi conduzido de 2003 a 2005, em um pomar de mangueira. A cultura está localizada na fazenda Fruitfort, na cidade de Petrolina, Lat. 09°22'S, Long. 40°34'O, Pernambuco, Brasil. A variedade é a *Tommy Atkins*, com 18 anos de idade (em 2003), espaçamento 10m x 10m, irrigada por micro aspersão em uma área de 11,92 ha. O solo é classificado com Latossolo Vermelho-Amarelo, arenoso com um lençol freático a 2,5m de profundidade. O estudo envolveu dois ciclos de produção (2003-2004 e 2004-2005). O sistema das correlações turbulentas foi usado para a partição dos fluxos de calor sensível (H) e latente (λE), os quais foram medidos com um anemômetro tridimensional (Modelo CSAT3, Campbell Scientific) um higrômetro de gás (Modelo KH20, Campbell Scientific), respectivamente (Stull, 1988). O saldo de radiação (R_n) foi obtido com um saldo radiômetro acima da copa (Modelo NR-Lite, Kipp & Zonnen) e o fluxo de calor no solo (G) com dois fluxímetros de solo (Modelo HFT3-L, REBS). A evapotranspiração de referência (ET_0) foi calculada de acordo com as recomendações de Allen et al. (1998), com a utilização de dados agro meteorológicos de uma estação ao lado do pomar. Uma curva do coeficiente de cultura baseado na evapotranspiração ($K_c = ET/ET_0$) foi obtida ao longo dos ciclos de produção e os limites superiores desta foram usados para a obtenção da evapotranspiração potencial (ET_p), enquanto que os inferiores foram considerados aqueles baseados na transpiração (K_{cb}). Para a evaporação do solo os coeficientes (K_e) foram considerados como a diferença entre K_c e K_{cb} . Então a transpiração (T) e a evaporação do solo (E) foram obtidos:

$$T = K_{cb} ET_0 \quad (1)$$

$$E = K_e ET_0 \quad (2)$$

A umidade do solo foi monitorada semanalmente com tensiômetros nas profundidades de 20, 40, 60, 80, 100 e 120 cm, consideradas dentro da zona efetiva das raízes da mangueira nas condições locais. Como indicadores hídricos foram usados a fração de depleção (FD), o déficit hídrico (DH) e a produtividade de água (PA) baseada na irrigação (IRR), na evapotranspiração (ET) e na transpiração (T) (Bos et al., 2005):

$$FD = \frac{ET}{W_I + P} \quad (3)$$

$$DH = ET_p - ET \quad (4)$$

$$PA_{I,ET,T} = \frac{Y_{at}}{W_{ET,T,I}} \quad (5)$$

Onde P é a precipitação pluviométrica; W_I é a água aplicada via irrigação; W_{ET} e W_T são os fluxos de água pela evapotranspiração e transpiração, respectivamente; e Y_{at} é a produção atual. Como indicadores econômicos, os índices usados foram os valores brutos da produção sobre a irrigação ($PA_{\$I}$) e sobre a evapotranspiração ($PA_{\$ET}$) ou transpiração ($PA_{\$T}$).

RESULTADOS AND DISCUSSÃO: As Figuras 1a e 1b mostram a tendência diurna dos componentes do balanço de energia para o pomar de mangueira, durante o primeiro (a) e o segundo (b) ciclos produtivos. A maior parte de R_n foi usada em λE , que representou em média 82% e 73% da energia disponível no primeiro e no segundo ciclos de produção, respectivamente, com valores correspondentes para a fração evaporativa ($EF = \lambda E/R_n - G$) de 0,79 e 0,73.

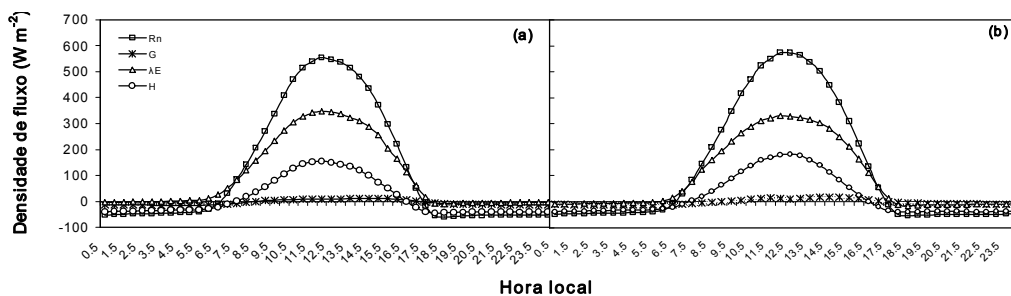


Figura 1. Médias diárias para os componentes do balanço de energia na cultura da mangueira durante os ciclos produtivos de 2003-2004 (a) e 2004-2005 (b) em Petrolina-PE, Brasil: R_n - Saldo de radiação; H - Fluxo de calor sensível; G - fluxo de calor no solo.

A grande área foliar da cultura da mangueira (Azevedo et al., 2003), conjuntamente com a irrigação diária por micro aspersão promoveram baixas taxas de G , com médias em torno de 5% de R_n . Lopes et al. (2001), também encontraram altos valores para λE e baixos para G (menores que 7% de R_n). A Figura 2 mostra a variação estacional dos valores diários da ET , T e E . Estes fluxos foram maiores de Outubro (2003) a Março (2004) e de Agosto a Novembro de 2004 no primeiro ciclo (Figura 2a), enquanto no segundo, os picos ocorreram de Janeiro a Abril e de Agosto a Novembro de 2005 (Figura 2b). Os valores diários de ET estiveram em torno de 3,5 mm dia⁻¹.

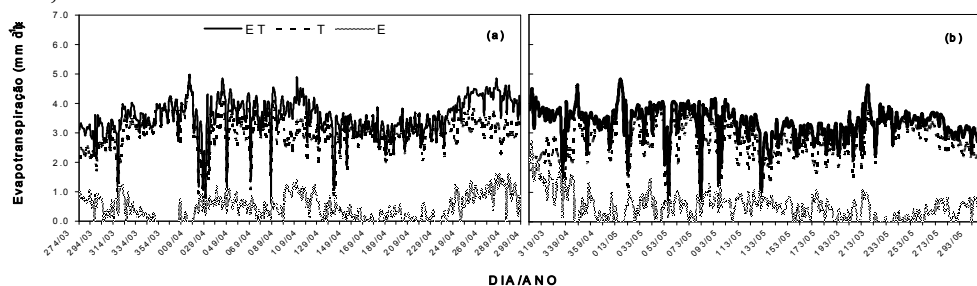


Figura 2. Variação estacional dos valores diários dos fluxos de água na cultura da mangueira em Petrolina-PE, Brasil: *ET*- Evapotranspiração; *T*- Transpiração; *E*- Evaporação do solo. Os valores de consumo hídrico nesse estudo foram menores do que os reportados por Azevedo et al. (2003) para a mesma variedade, entretanto, com relação a outros pomares, foram maiores do que para citrus (Paço et al., 2006) e menores do que para pêra (Rana et al, 2005). Os mais elevados valores de K_c ocorreram entre o dia Juliano (*DJ*) 30 a 170 para ambos os ciclos produtivos chegando a 1,25 no período, coincidindo com a estação chuvosa e os estágios entre as fases de maturação dos ramos e florescimento. Os mínimos ocorreram durante a transição da prévia pós-colheita ao estágio de crescimento vegetativo. Os valores médios de K_c , K_{cb} e K_e foram 0,87, 0,68 e 0,20, respectivamente. Nossos valores de K_c são maiores que os reportados por Azevedo et al. (2003), que esteve em torno de 0,71 durante as fases do florescimento a maturação dos frutos. Os valores máximos encontrados para citrus por Rana et al. (2005) foram em torno de 1,2, similar aos nossos resultados para a cultura da mangueira, enquanto Paço et al. (2006) encontraram variação de 0,4 a 0,6 para pomares de pêra. As principais razões estas diferenças podem ser atribuídas a diferentes espécies, variedades, condições climáticas, tipos de solo, sistemas e frequência de irrigação, manejo cultural, métodos usados na determinação da evapotranspiração e ainda a densidade de plantas que afetam a cobertura do solo. Os indicadores hídricos para desempenho de irrigação estão apresentados na Tabela 1, enquanto que os de produtividade de água estão na Tabela 2.

Tabela 1.

Evapotranspirações atual (*ET*) e potencial (*ET_p*), déficit hídrico (*DH*), Precipitação pluvial (*PREC*), Irrigação (*IRR*)

<i>Ciclo</i> <i>Produtivo</i>	<i>ET</i> (mm)	<i>ETP</i> (mm)	<i>DH</i> (mm)	<i>PREC</i> (mm)	<i>IRR</i> (mm)	<i>FD</i>
CP1	1363,80	1450,68	86,89	886,97	873,54	0,77
CP2	1234,83	1383,69	148,86	380,48	1125,61	0,82

Estes indicadores mostram a presença de uma falha entre a demanda e o suprimento hídricos a qual foi mais pronunciada no primeiro ciclo produtivo. Pequenas taxas de déficit hídrico ocorreram durante o período entre a maturação dos frutos e o florescimento. A diferença entre os indicadores hídricos entre os ciclos vegetativos pode ter contribuído para a diferença nos valores de produtividade de água entre os dois ciclos produtivos (Tabela 2)

Tabela 2.

Valores físicos (kg m^{-3}) e econômicos ($\text{US\$ m}^{-3}$) da produtividade de água baseado na irrigação (*IRR*), na evapotranspiração (*ET*) e na transpiração (*T*) para a cultura da mangueira em Petrolina-PE, Brasil.

<i>Ciclo</i> <i>Produtivo</i>	PA_I (Kg m^{-3})	PA_{ET} (Kg m^{-3})	PA_T (Kg m^{-3})	$PA_{\$I}$ ($\text{US\$ m}^{-3}$)	$PA_{\$ET}$ ($\text{US\$ m}^{-3}$)	$PA_{\$T}$ ($\text{US\$ m}^{-3}$)
CP1	4,76	3,05	4,18	4,86	3,11	4,26
CP2	4,30	3,92	6,43	4,39	4,00	6,56

As produções de manga foram de 495,79 e 576,99 toneladas para o primeiro e segundo ciclo produtivo, representando uma produtividade de 41592,81 e 48405,34 kg ha^{-1} , respectivamente. Os valores correspondentes de PA_I foram de 4,76 e 4,30 kg m^{-3} e os de PA_{ET} foram de 3,05 e 3,92 kg m^{-3} . Quando a produtividade de água foi analisada com base na transpiração (PA_T), estes resultados foram 4,18 e 6,43 kg m^{-3} . A produção total resultou em um lucro bruto de US\$ 505702,02 e US\$ 588531,49 no que proporcionou para o primeiro e segundo semestre, respectivamente, $PA_{\$I}$ de US\$4,86 m^{-3} e US\$4,39 m^{-3} , $PA_{\$ET}$ de US\$3,11

m^{-3} e US\$4,00 m^{-3} e PA_{ET} de \$2.26 m^{-3} e US\$6.56 m^{-3} . Yunusa et al (1997) encontraram valores de PA_{ET} e PA_T de 1,33 e 4,05 kg m^{-3} e de 8.40 and 21.11 kg m^{-3} para dois ciclos produtivos na cultura da videira. O valor baseado em ET para o segundo ciclo foi similar aos da cultura da mangueira no presente estudo, porém muito maiores quando baseados na transpiração, evidenciando a influência do sistema de irrigação por gotejamento que favorece o consumo benéfico pelas plantas com uma menor quantidade de água sendo perdida pela evaporação direta do solo.

CONCLUSÕES: Modelos diários e estacionais de variáveis hídricas foram determinados para a cultura da mangueira irrigada sob condições semi-áridas do Nordeste brasileiro. Estes resultados são importantes tanto para o manejo de água quanto para o dimensionamento dos sistemas de irrigação, bem como para análises de produtividade de água e desempenho de irrigação. Os coeficientes hídricos abrangem todos os estágios da cultura para diferentes regimes pluviométricos e apesar de alguma natureza empírica estes indicadores demonstram uma forte aplicação na avaliação de impacto nos recursos naturais. O uso destes resultados conjuntamente com dados provenientes de estações agro meteorológicas são de grande utilidade ainda para a extrapolação de escala pontual para regional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., Smith, M., 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56, Rome, Italy, 300 pp.
- Azevedo, P. V., Silva, B. B., da Silva, V. P. R. 2003. Water requirements of irrigated mango orchards in northeast Brasil. *Agric. Water Manage.* 58. 241-254.
- Bos, M.G., Burton, M. A., Molden, D. J. Performance indicators for Irrigation and Drainage. Irrigation and drainage performance assessment. Practical guidelines. Cabi Publishing. 2005. 26-61.
- Lopes, P. M. O., Silva, B. B. da, Azevedo, P. V. de, Silva, V. P. R da, Teixeira, A. H. C., Soares, J. M., Sobrinho, J. E. 2001. Balanço de energia num pomar de mangueiras irrigado. *Rev. Brás. de Agrometeorol.* 9, 1-8.
- Paço, T. A., Ferreira, M. I., Conceição, N., 2006. Peach orchard evapotranspiration in a sandy soil: Comparison between eddy covariance measurements and estimates by the FAO 56 approach. *Agric. Water Manage.* In press.
- Rana, G., Katerji, N., Lorenza, F. de. 2005. Measuring and modeling of evapotranspiration of irrigated citrus orchard under Mediterranean conditions. *Agric. For. Meteorol.* 128, 199-209.
- Stull, R. B. An Introduction to Boundary Layer Meteorology. Ed. Kluwer Academic Publishers, Boston, 1988.
- Testi, L., Orgaz F., Villalobos F. J. 2006. Variations in bulk canopy conductance of an irrigated olive (*Olea europaea L.*) orchard. *Env. Exp. Bot.* 55, 15-28.
- Villalobos F. J., Testi, L., Rizzalli, R., Orgaz, F., 2004. Evapotranspiration and crop coefficients of irrigated garlic (*Allium sativum L.*) in a semi-arid climate. *Agric. Water Manage.*, 64, 233-249.
- Yunusa, I. A. M., Walker, R. R., LU, P. 2004. Evapotranspiration components from energy balance, sapflow and microlysimetry techniques for an irrigated vineyard in inland Australia. *Agric. and For. Meteorol.* 127, 93-107.