

Estimativa da evapotranspiração da cultura da mangueira no Vale do São Francisco

Estimation of the mango crop evapotranspiration in the São Francisco Valley

Juciléia Soares da Silva¹, Luís Fernando de Souza Magno Campeche², Daniela Ferreira Barbosa³, Raquele Mendes de Lira⁴, Janice Maria Coelho Barnabé⁵, Diego Henrique Silva de Souza⁶.

^{1,3,4,5,6} Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil. ² Professor do Instituto Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil. ¹ Email: jucicleiass@gmail.com.

RESUMO:

Apesar da irrigação ser um dos fatores primordiais de produção, uma grande parte dos produtores ainda maneja sem subsídios técnicos condizentes com as condições edafoclimáticas no Vale do São Francisco. Com isso, o objetivo do presente trabalho foi identificar as relações entre as variáveis climáticas e a evapotranspiração da cultura da mangueira em todas as fases fenológicas. O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, no Campus Zona Rural situado no Perímetro Irrigado Senador Nilo Coelho em Petrolina – PE, foram considerados 1,3 hectares da área de produção do pomar de manga, o sistema de irrigação utilizado foi à aspersão convencional. Para o manejo de irrigação, foi utilizada uma estação agrometeorológica, com sensores de radiação solar, temperatura e umidade relativa do ar, pressão barométrica, velocidade e direção do vento e precipitação. Para a estimativa da evapotranspiração de referência, foi utilizada a equação de Penman-Monteith. Os valores de evapotranspiração da cultura, foram determinados pela evapotranspiração de referência e o coeficiente de cultura para cada fase fenológica. A evapotranspiração da cultura foi menor do que a evapotranspiração de referência em todos os estádios fenológicos da mangueira, com a média de 3,8 e 5,3 mm/dia respectivamente.

Palavras-chave: Coeficiente de Cultivo, manga, aspersão

ABSTRACT:

Although irrigation is a primary factor of production, a large part of the producers still yields no technical inputs consistent with soil and climatic conditions in the São Francisco Valley. Thus, the objective of this study was to identify the relationship between climate variables and the hose from the crop evapotranspiration in all phenological phases. The experiment was conducted at the Federal Institute of Education, Science and Technology Pernambucano Backwoods, Campus Rural Zone situated in the Irrigated Perimeter Senator Nilo Coelho in Petrolina - PE, were found 1.3 hectares of mango orchard production area, the system irrigation was used for the sprinkler. For irrigation scheduling a weather station was used, with solar radiation sensors, temperature and relative humidity, barometric pressure, wind speed and direction and precipitation. To estimate the reference evapotranspiration, we used the Penman-Monteith. The evapotranspiration values of culture, were determined by reference evapotranspiration and crop coefficient for each phenological stage. The crop evapotranspiration was lower than the reference evapotranspiration in all growth stages of the mango, with the average of 3.8 and 5.3 mm/day respectively.

Keywords: Evapotranspiration, sprinkler, mango

INTRODUÇÃO

A mangueira (*Mangifera indica* L.), é uma espécie frutífera, dicotiledônea, pertence à família Anacardiaceae, originária do Sul da Ásia, é uma das árvores introduzidas que melhor se aclimataram ao Brasil. Frutífera bastante cultivada nos solos brasileiros, principalmente na região Nordeste, sendo o Estado da Bahia o principal produtor, segundo dados do IBGE (2012), sendo a que se destaca em produção da fruta, principalmente para exportação, empregando assim uma maior tecnologia a cultura.

O Brasil é o sétimo maior produtor de manga do mundo. Está atrás da Índia, China, Tailândia, Indonésia, Paquistão e México. O Brasil tem 2,5% da produção mundial, e depois do México é o segundo maior país produtor de manga nas Américas (TEIXEIRA et al., 2008; FAO, 2013).

No Brasil, o Estado de São Paulo na Região Sudeste tem a maior área plantada com manga. Já na Região Nordeste, estão os mais tecnificados sistemas de cultivo dessa fruta, principalmente no Vale do Submédio São Francisco, sendo uma importante fonte de geração de emprego e renda (SILVA et al., 2011).

A cultura da manga fruto é amplamente cultivada no Brasil, onde a área de produção chega a 53% da área de produção de frutas nacionais. O fruto da mangueira tem sido uma importante alternativa comercial para o Brasil, particularmente para o Nordeste, uma vez que os produtores dessa região têm investido em infra-estrutura de produção com base nas exigências do mercado externo. Seu cultivo, em escala comercial, tem se estabelecido nas áreas irrigadas do Submédio São Francisco, que é considerada a maior região produtora de manga, respondendo por 95% das exportações do país (SILVA et al., 2007; LIMA et al., 2009; RIBEIRO et al., 2009).

O crescimento significativo desta cultura, devido a diversos fatores, especialmente, pelas excelentes condições edafoclimáticas para exploração da manga e a possibilidade de se produzir, quando praticamente não existem concorrentes no mercado, que asseguram níveis de oferta quando o mercado está desabastecido, e dos cultivos mais tecnificados, que fazem com que seus produtos consigam atingir os altos padrões de qualidades exigidos no exterior, pela padronização de variedades, tamanho, cor e sabor (LIMA et al., 2009; NOGUEIRA,

2011). Em função do aumento mundial da demanda de alimentos e do emprego da agricultura irrigada, é necessário que a produção agrícola seja mais eficiente. Uma das alternativas para se atingir uma melhor eficiência no uso da água é iniciar a prática do manejo eficiente da irrigação, e, para isso, é necessário dispor de informações sobre a condição hídrica do solo e do consumo hídrico máximo da cultura. O conhecimento do comportamento da evapotranspiração, coeficiente de cultivo, déficit de pressão de vapor d'água, condutância estomática e a biomassa é uma importante ferramenta para o manejo ideal de culturas irrigadas (AZEVEDO et al., 2003).

A irrigação já vem sendo usada na fruticultura por algum tempo, entretanto com a expansão das áreas na região Nordeste, principalmente nos pólos de Petrolina – Juazeiro, maior atenção vem sendo dada ao uso dessa tecnologia. Maior entrave tem sido o manejo ou a condução da irrigação durante o desenvolvimento da cultura (VITAL et al., 2011).

Normalmente por exemplo, a evapotranspiração de referência considerada é um valor crítico com certa probabilidade de ocorrência dentro de certo período. Uma vez instalado o projeto ao campo, o mesmo fica exclusivamente aos cuidados do produtor, que sequer pode analisar as condições que o projeto foi dimensionado.

O conhecimento da evapotranspiração das culturas, é relevante seja para o projeto e o manejo de irrigação, assume fundamental importância na lâmina de água a ser aplicado na irrigação, de maneira eficiente. Uma das alternativas para se racionalizar o uso da água em projetos agrícolas, é estimar a evapotranspiração das culturas (E_{Tc}) a partir da evapotranspiração de referência (E_{To}) e do coeficiente de cultura (K_c) (PEREIRA et al., 2009; ESTEVES et al., 2010; MENDONÇA e DANTAS, 2010; CARVALHO et al., 2011; TRAJKOVIĆ et al., 2011; MINUZZI et al., 2014).

Na escolha de um método para estimativa da E_{To} devem ser considerados a praticidade e a precisão dos dados meteorológicos visto que, apesar dos métodos teóricos e meteorológicos serem baseados por meio de técnicas e princípios físicos relativamente complexo, eles também apresentam limitações, sobretudo quanto à precisão dos instrumentos, o que pode restringir o seu uso (ALLEN et al., 2011; SILVA et al., 2015).

Dentre os vários métodos existentes na literatura para estimativa da E_{To} , a Comissão Internacional de Irrigação e Drenagem (ICID) e a Organização das Nações Unidas para

Agricultura e Alimentação (FAO) considera o método de Penman-Monteith (PMF) como método padrão para a estimativa desta variável, principalmente na escala diária (ALLEN et al., 1998), por combinar componentes aerodinâmicos e de balanço de energia (REIS et al., 2007).

Para manejar adequadamente uma cultura deve-se determinar com precisão suas necessidades hídricas, e para tal, tem que se considerar o clima, as características da cultura, o manejo e o meio de desenvolvimento são fatores que afetam a evaporação e a transpiração, que somadas são chamadas de evapotranspiração. Assim, para o planejamento racional da irrigação é de fundamental importância o conhecimento da evapotranspiração da cultura (E_{Tc}) e do coeficiente da cultura (K_c) durante os estádios de desenvolvimento, contribuindo no manejo de irrigação, usando a água de forma mais eficiente (ALLEN et al., 2005; ALLEN e PEREIRA, 2009; ZHAO et al., 2013; KOOL et al., 2014).

O coeficiente de cultivo (K_c) é obtido experimentalmente através da relação entre a E_{Tc} e a E_{To} , e representa a integração dos efeitos de quatro características que distinguem a evapotranspiração da cultura e de referência: a altura da cultura, a resistência do dossel vegetativo, o albedo da superfície cultura-solo e a evaporação da água na superfície do solo (ALLEN et al., 2006).

Tendo em vista a demanda de água da cultura variar com seu estágio de crescimento e as variações climáticas durante o desenvolvimento da mesma, a falta de conhecimento do produtor levar a estabelecer tempos fixos de irrigação com bases empíricas, na maioria das vezes superestimado a quantidade de água aplicar.

O objetivo do presente trabalho foi identificar as relações entre as variáveis climáticas e a evapotranspiração da cultura da mangueira em todas as fases fenológicas, em um sistema de irrigação por aspersão convencional.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área agrícola do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, no campus Zona Rural situado no Perímetro Irrigado Senador Nilo Coelho em Petrolina – PE, com as seguintes coordenadas geográficas:

9°20' latitude sul e 40°41' longitude oeste e aproximadamente 418m. Segundo a EMBRAPA (1999) o solo do local é classificado como Podzólico vermelho amarelo distrófico típico com profundidade média do perfil de 1,8 metro.

Foram considerados 1,3 hectares da área de produção do pomar de manga, variedade Tommy Atkins com 10 anos de idade, o sistema de irrigação utilizado foi à aspersão convencional.

Para o manejo de irrigação, foi utilizada uma estação agrometeorológica automática instalada próxima da área experimental (Davis Instruments, CA, USA). Com registro contínuo de dados, foi usado um sistema de armazenamento de dados, que armazenava informações geradas a cada 6 segundos, com média de 30 minutos, com sensores de radiação solar, temperatura e umidade relativa do ar, pressão barométrica, velocidade e direção do vento e precipitação. Para o presente trabalho, foram analisadas as variáveis meteorológicas do ano de 2008.

Para a estimativa da evapotranspiração de referência (ET₀), foi utilizada a equação de Penman-Monteith, segundo Allen et al (1998), como descrita a seguir:

$$ET_0 = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \left(\frac{900 U_2}{T + 273} \right) (e_a - e_s)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 U_2)} \quad (1)$$

Em que R_n e G são ambos expressos em MJm⁻²dia⁻¹, γ é a constante psicrométrica, Δ é a inclinação da curva de saturação do vapor d' água (kPa°C⁻¹) e U₂ é a velocidade do vento (média diária) a 2m de altura.

Os valores de evapotranspiração da cultura (ET_c), eram estimados pela metodologia do coeficiente de cultivo (K_c).

Para o presente trabalho os valores de evapotranspiração da cultura (ET_c), foram determinados pela evapotranspiração de referência (ET₀) e o coeficiente de cultura (k_c), foi utilizado o k_c para cada fase fenológica, os valores de K_c de 0,44 para a floração, 0,65 para a queda de frutos, 0,83 para a formação do fruto, e 0,84 para a maturação do fruto (SILVA, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A radiação solar global foi o principal elemento meteorológico e um dos fatores determinantes do tempo e do clima. Além disso, afeta diversos processos: físicos (aquecimento), biofísicos (transpiração) e biológicos (fotossíntese). A tendência da radiação solar foi de diminuição no inverno e aumento no verão, com a mínima de 133,3 W/m², máximo de 606 w/m² e média de 419 W/m² (Figura 1).

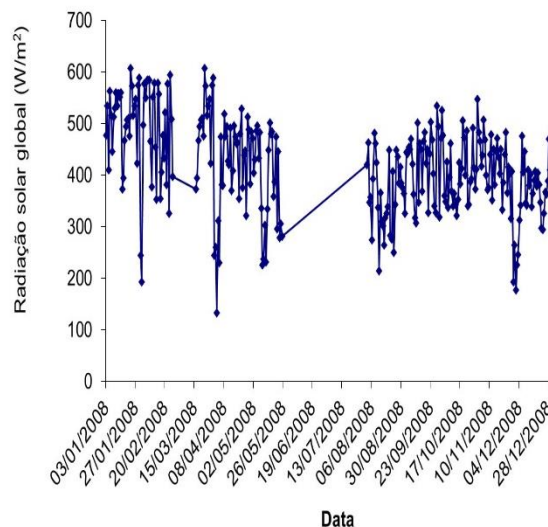


Figura 1 – Valores diários da Radiação solar global.

A temperatura do ar é um dos efeitos mais importantes da radiação solar. O aquecimento da atmosfera próxima à superfície terrestre ocorreu principalmente pelo transporte de calor, a partir do aquecimento da superfície pelos raios solares. A tendência da temperatura, assim como a radiação também foi de diminuir nos meses mais frios do ano e aumento com chegada da primavera e verão. Foi observado valor médio diários, com a mínima de 22,7°C, máxima de 30,2 e média anual de 26,6°C (Figura 2).

O conteúdo de vapor d'água na atmosfera teve comportamento inverso da temperatura, ou seja, quanto maior a umidade relativa do ar, menor foi a temperatura, visto que elas se interagem ao mesmo tempo. Resultados semelhantes foram encontrados por Sanches et al., 2009. Essa variável é de fundamental importância quando se monitora doença

da cultura, pois é um indicativo muito forte de como será reprodução do patógeno. Foi observado valores médios mínimos de 39%, máximo de 90 % e média de 60,4 % (Figura 3).

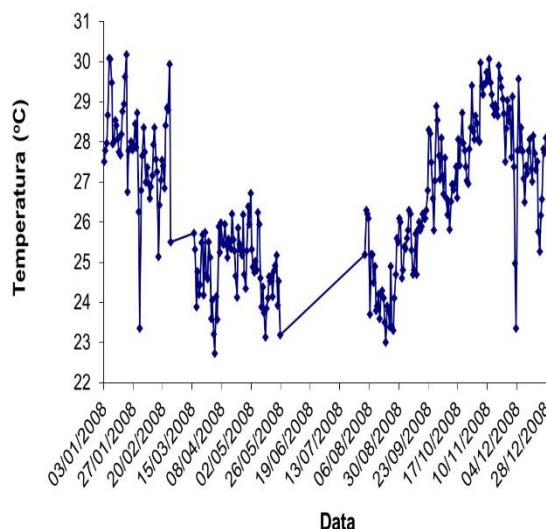


Figura 2 – Valores diários da Temperatura do ar

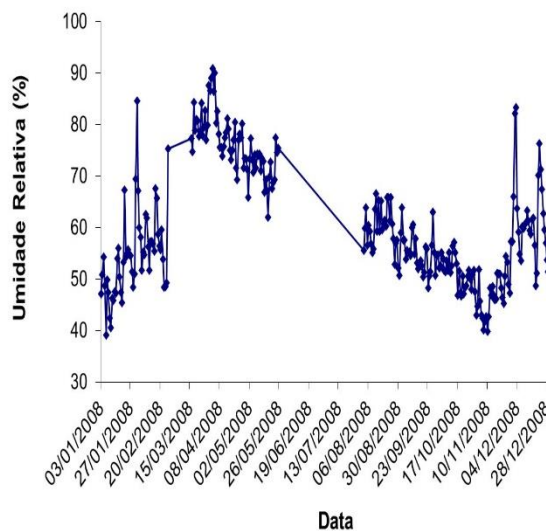


Figura 3 – Valores diários da Umidade relativa do ar.

A velocidade do vento é um dos efeitos que contribui no termo aerodinâmico no modelo de Penman-Monteith, exerce papel fundamental no processo de evapotranspiração. A tendência da velocidade do vento foi uma redução com a chegada dos meses mais frios do

ano. Foram constatadas médias diárias altas de velocidade do vento, com valores ultrapassando 15 m/s, com a média de 7,2 m/s (Figura 4).

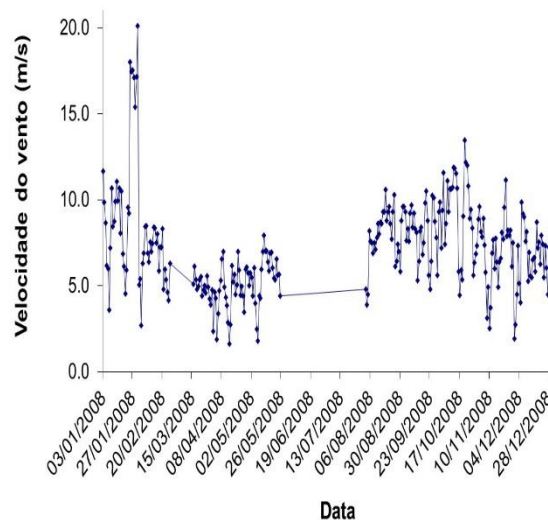


Figura 4 – Valores diários da Velocidade do Vento

O índice de precipitação de 460 mm ficou abaixo da média históricas que é de 600 mm por ano. Nota-se de forma clara que o período das águas para a região de Petrolina se estende de janeiro a abril, chegando a precipitar cerca de 80% do total anual. Percebe-se também uma precipitação de 75 mm no mês de novembro, período este que antecede o período das águas (Figura 5).

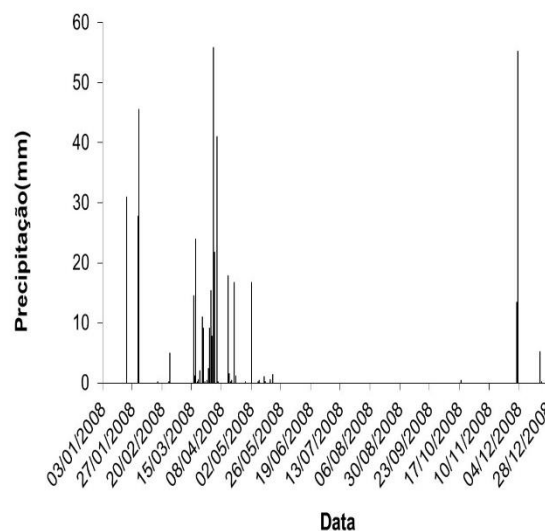


Figura 5 – Totais diários da precipitação

Os estádios de desenvolvimento e a duração das fases estão melhores descritos em Silva et al, (2000). Observam-se, na Figura 6, valores de evapotranspiração de referência (Eto) e da cultura (Etc), para a primeira fase de queda de fruto. Nota-se uma tendência de diminuição da Eto e Etc à medida que se aproxima dos meses mais frios do ano. A Eto foi maior do que a Etc em todo período analisado, a média da Eto e Etc foram de 4,6 e 3, 0, respectivamente (Figura 6a).

Na fase de floração tendência da evapotranspiração de referência (Eto) e da cultura (Etc) foi aumentar à medida que se aproxima dos dias mais quentes do mês analisado. A média da Eto e Etc foram de 5,1 e 2,3 respectivamente (Figura 6b).

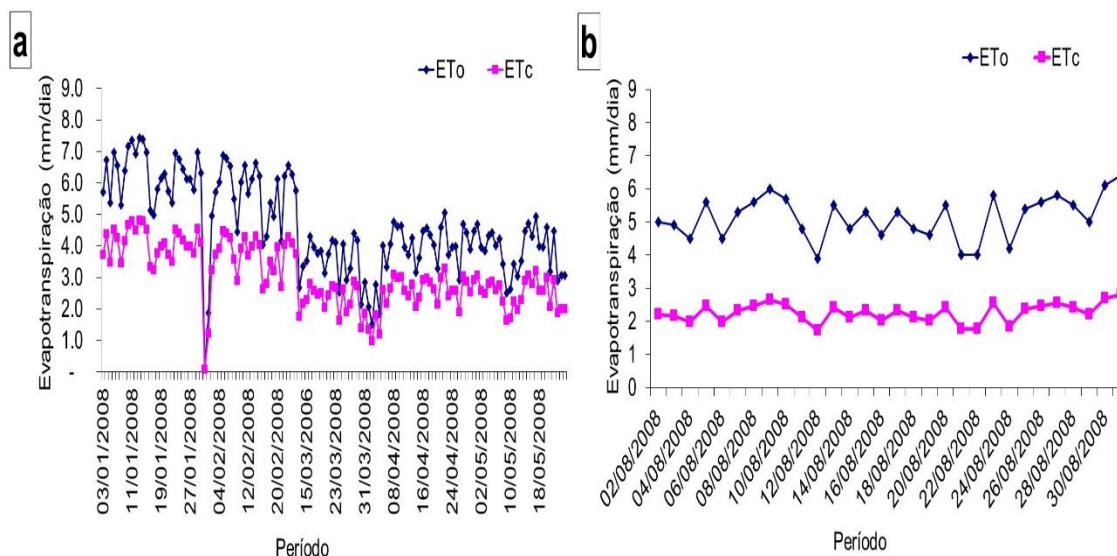


Figura 6 – Valores de Eto e Etc na fase da queda dos frutos (a), da floração (b) da cultura da mangueira.

Na fase de formação do fruto tendência da evapotranspiração de referência (Eto) e da cultura (Etc) foi aumentar à medida que se aproxima dos dias mais frios ou com índices de precipitação e aumentar à medida que se aproxima dos dias mais quentes do ano. A média da Eto e Etc foram de 6,2 e 5, 1 respectivamente (Figura 7a).

Na fase de maturação do fruto a tendência da evapotranspiração de referência (Eto) e da cultura (Etc) foi diminuir á medida que se aproxima dos dias mais quentes do ano. A média da Eto e Etc foram de 5,8 e 4,9 respectivamente (Figura 7b).

A ET_c foi menor do que a ET_o em todos os estádios fenológicos da mangueira, com a média durante todo o período analisado foi de 3,8 e 5,3 mm/dia respectivamente.

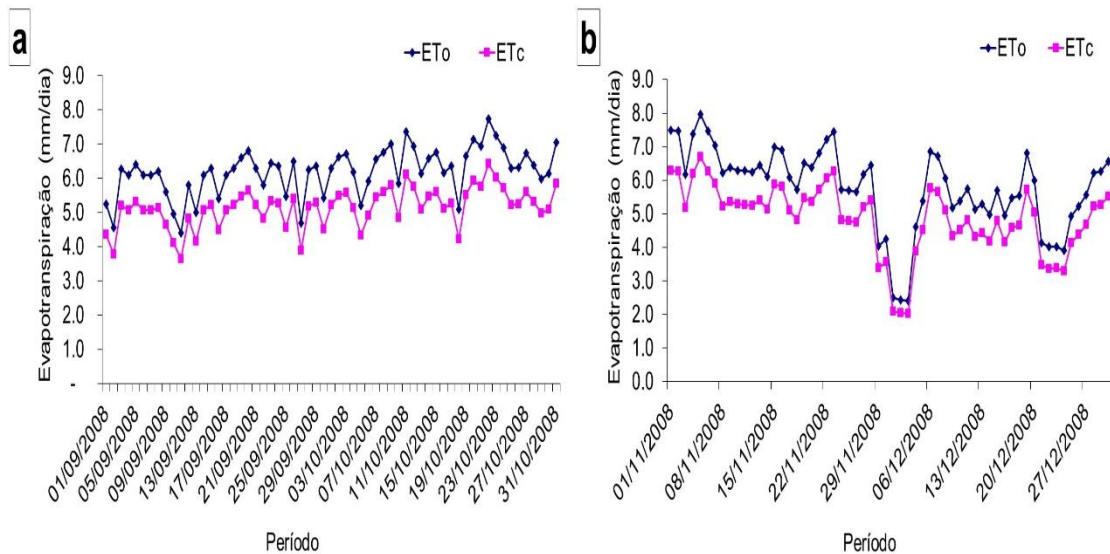


Figura 7 – Valores de ET_o e ET_c na fase da formação dos frutos (a) e da maturação dos frutos (b) da cultura da mangueira.

CONCLUSÕES

- A tendência da radiação solar, da temperatura do ar, da velocidade do vento foi de diminuição à medida que se aproximou dos meses mais frios.
- O índice de precipitação não alcançou a média histórica.
- A média da evapotranspiração da cultura foi ligeiramente superior à da evapotranspiração da cultura.

REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G.; CLEMMENS, A. J.; BURT, C. M.; SOLOMON, K.; O'HALLORAN, T. Prediction accuracy for projectwide evapotranspiration using crop coefficients and reference evapotranspiration. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v.131, p.24-36, 2005.

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S. Estimating crop coefficients from fraction of ground cover and height. **Irrigation Science**, v.28, p.17–34, 2009.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; HOWELL, T. A.; JENSEN, M. E. Evapotranspiration information reporting: I. Factors governing measurement accuracy. **Agricultural Water Management**, v.98, p.899-920, 2011.

ALLEN, R. G.; PEREIRA L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. FAO Irrigation and Drainage, Roma, n. 56, 300p., 1998.

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Evapotranspiración Del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de lós cultivos**. FAO, Roma, 298p., 2006.

AZEVEDO, P. V.; SILVA, B. B.; SILVA, V. P. R. Water requirements of irrigated mango orchards in Northeast Brazil. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v.58, n.1, p.241- 254. 2003.

CARVALHO, L. G.; RIOS, G. F. A.; MIRANDA, W. L.; CASTRO NETO, P. C. Evapotranspiração de referência: uma abordagem atual de diferentes métodos de estimativa. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, n.3, p. 456-465, 2011.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412p.

ESTEVES, B. S.; MENDONÇA, J. C.; SOUSA, E. F.; BERNARDO, S. Avaliação do Kt para estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) em Campos dos Goytacazes, RJ. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.3, p.274-278, 2010.

FAO. **FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION** – FAO. FAOSTAT. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 20 AGO 2015.

IBGE. **Banco de dados agregados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acessado em 10 jun 2015.

KOOL, D.; AGAM, N.; LAZAROVITCH, N.; HEITMAN, J.L.; SAUER, T.J.; BEN-GAL, A. A review of approaches for evapotranspiration partitioning. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.184, p.56–70, 2014.

LIMA, M. A. C.; SÁ, I. B.; KILL, L. H. P.; BORGES, R. M. E.; LIMA NETO, F. P.; SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. S.; SILVA, P. C. G.; CORREIA, R. C.; SILVA, A. S.; SÁ, I. I. S.; SILVA, D. F. **Subsídios técnicos para a indicação geográfica de procedência do Vale do Submédio São Francisco: Uva de Mesa e Manga**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 54p. 2009 (Sérios Documentos, 222).

MENDONÇA, E. A.; DANTAS, R. T. Estimativa da evapotranspiração de referência no município de Capim, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.2, p.196-202, 2010.

MINUZZI, R. B.; RIBEIRO, A. J.; SILVA, D. O.; KUNESKI, A. C. Estimativa da evapotranspiração de referência diária por Penman-Monteith FAO com dados de temperatura do ar para Santa Catarina. **Irriga**, v.19, n.3, p.548-558, 2014.

NOGUEIRA, J. G. A. **Proposta de plano estratégico para a fruticultura brasileira ampliar a participação no mercado internacional**. Dissertação (Mestrado em Ciências e Administração de Organizações), Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, 165 p. 2011.

PEREIRA, L. S.; PAREDES, P.; EHOLPANKULOV, E. D.; INCHEKOV, O. P.; TEODORO, P. R.; HORST, M.G. Irrigation scheduling strategies for cotton to cope with water scarcity in the Fergana Valley, Central Asia. **Agricultural Water Management**, v. 96, n. 05, p. 732-735, 2009.

REIS, E. F.; BRAGANÇA, R.; GARCIA, G. O.; PEZZOPANE, J. E. M.; TAGLIAFERRE, C. Estudo comparativo da estimativa da evapotranspiração de referência para três localidades do estado do Espírito Santo no período seco. **Idesia**, v.25, p.75-84, 2007.

RIBEIRO, T. P.; LIMA, M. A. C.; TRINDADE, D. C. G.; SANTOS, A. C. N.; AMARIZ, A. Uso de revestimentos à base de dextrina na conservação pós-colheita de manga 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, p.343-351, 2009.

SANCHES, L.; VALENTINI, C. M. A.; BIUDES, M. S.; NOGUEIRA, J. S. Dinâmica sazonal da produção e decomposição de serrapilheira em floresta tropical de transição. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, p. 183-189, 2009.

SILVA, J. S.; LIMA, J. R. F.; SANTOS, R. K. B.; SANTOS, A. S.; ANDRADE, C. A. S. **Análise do comportamento dos preços de manga exportada do Brasil: análise no domínio do tempo**. In: VI Congresso da SOBER Nordeste. Petrolina - PE, 2011.

SILVA, V. P. R. **Estimativa das necessidades hídricas da mangueira**. 2000. 129f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande.

SILVA, V. P. R.; AZEVEDO, P. V.; SILVA, B. B. Surface energy fluxes and evapotranspiration of a mango orchard grown in a semiarid environment. **Agronomy Journal**, v.99, p.1391–1396, 2007.

SILVA, V. P. R.; GARCÊZ, S. L. A.; SILVA, B. B.; ALBUQUERQUE, M. F.; ALMEIDA, R. S. R. Métodos de estimativa da evapotranspiração da cultura da cana-de-açúcar em condições de sequeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.5, p.411-417, 2015.

TEIXEIRA, A. H. C.; BASTIAANSSEN, W. G. M.; MOURA, M.S.B.; SOARES, J. M.; AHMAD, M. D; BOS, M.G. Energy and water balance measurements for water productivity analysis in irrigated mango trees, Northeast Brazil. **Agricultural and forest meteorology**, v.148, p.1524–1537, 2008.

TRAJKOVIĆ, S.; STOJNIĆ, V.; GOCIĆ, M. Minimum weather data requirements for estimating reference evapotranspiration. **Architecture and Civil Engineering**, v.9, n.2, p.335-345, 2011.

VITAL, T. W.; MOLLER, H. D.; FAVERO, L. A.; SAMPAIO, Y. S. B.; SILVA, E. A Fruticultura de Exportação do Vale do São Francisco e a Crise Econômica: Efeitos Sobre a Convenção Coletiva de Trabalho 2009-2010. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v.4, n.3, p. 365-390, 2011.

ZHAO, N. N.; LIU, Y.; CAI, J. B.; ROSA, R. D.; PAREDES, P.; PEREIRA, L. S. Dual crop coefficient modelling applied to the winter wheat-summer maize crop sequence in North China Plain: basal crop coefficients and soil evaporation component. **Agricultural Water Management**, v.117, p.93–105, 2013.