

BALANÇO HÍDRICO E CONSUMO DE ÁGUA DE LARANJEIRAS

VICENTE D. **MARTARELLO**¹; REGINA C.M. **PIRES**²; JOSÉ A. **QUAGGIO**³; ANDRÉ L.B.O. **SILVA**⁴; LIMA MARCOS A. **LIMA**⁵

Nº 11130

RESUMO

O objetivo do presente foi avaliar o consumo de água (ET_c) e o coeficiente de cultura (K_c) da laranja Pera enxertada em tangerineira Sunki irrigada por diferentes configurações do sistema de irrigação localizada. O experimento foi instalado em blocos ao acaso com 5 tratamentos e 4 repetições em pomar de laranja Pera enxertada em tangerineira Sunki. Os tratamentos consistiram em 1 linha de tubogotejador (T1), 2 linhas de tubogotejadores (T2), 4 linhas de tubogotejadores (T3) por linha de plantio, microaspersão (T4) e sem irrigação (T5). A evapotranspiração da cultura (ET_c) foi estimada pelo balanço hídrico de campo. A evapotranspiração de referência (ET_o) estimada pelo método de Penman-Monteith e o coeficiente de cultura pela relação entre ambos. De acordo com os resultados obtidos o consumo médio de água da laranja foi de 2,5; 2,3; 2,2; 2,1 e 1,7 mm dia⁻¹ no T1, T2, T3, T4 e T5, respectivamente. Os valores de pico foram 6,2; 6,0; 5,9; 5,6 e 4,5 mm dia⁻¹ no T1, T2, T3, T4 e T5, respectivamente. Em média, o K_c foi de 0,80; 0,76; 0,68; 0,70 e 0,52 para os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5, respectivamente durante o período de irrigação.

ABSTRACT

This work aimed to evaluate crop water consumption and crop coefficient of orange plants irrigated by different microirrigation designs. The experiment was installed as random blocks with five treatments and four replicates in an orchard of Pera orange trees grafted on Sunki mandarin rootstock. The treatments consisted of: 1 drip line (T1), 2 drip lines (T2), 4 drip lines (T3) per planting row, microsprinkler irrigation (T4) and one treatment without irrigation (T5). Crop evapotranspiration (ET_c) was calculated through field water balance, and crop coefficient (K_c) was calculated based on ET_c and reference evapotranspiration (ET_o) estimated by the Penman-Monteith method. The mean values of water consumption of Orange plants were 2,5; 2,3; 2,2; 2,1 e 1,7 mm day⁻¹ in T1, T2, T3, T4 e T5, respectively. The highest values

¹ Bolsista CNPq/PIBIC: Graduação em Eng. Agrícola, UNICAMP, Campinas-SP, vicente_dmartarello@hotmail.com

² Orientadora: Pesquisador (a), Drº, (IAC/APTA), Campinas –SP

³ Colaborador: Pesquisador (a), Drº, (IAC/APTA), Campinas –SP

⁴ Colaborador: Biólogo, bolsista FAPESP

⁵ Bolsista CNPq/PIBIC: Graduação em Ciências Biológicas, PUCCAMP, Campinas, SP.

were 6,2; 6,0; 5,9; 5,6 e 4,5 mm day⁻¹ in T1, T2, T3, T4 e T5, respectively. The mean values of Kc were 0,80; 0,76; 0,68; 0,70 e 0,52 in T1, T2, T3, T4 e T5, respectively, during irrigation period.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de citros e também o maior exportador de suco cítrico concentrado e congelado do mundo (SAA/CATI/IEA, 2009). No país, o Estado de São Paulo produziu em 2010, 78 % da produção de laranjas do total nacional (IBGE, 2011). O uso da irrigação na citricultura tem aumentado nos últimos anos devido aos efeitos positivos na produtividade e a necessidade de substituição do porta-enxerto mais adotado no país, o limoeiro Cravo, que é resistente a deficiência hídrica, por outros mais sensíveis ao estresse hídrico (POMPEU JUNIOR et al., 2005) devido a problemas relacionados a sanidade das plantas.

Atualmente, na citricultura brasileira, o gotejamento tem sido adotado devido a economia de água, energia, mão-de-obra e possibilidade de automação e fertirrigação (PIRES et al., 2005). Dentre os parâmetros importantes para o manejo da água na irrigação destacam-se o consumo de água das plantas (ETc) e o coeficiente de cultura (Kc). Observando-se alguns resultados relacionados a ETc de plantas cítricas e ao Kc, notam-se algumas variações, em função das condições de cultivo, manejo de água, método de irrigação, idade das plantas, combinação copa-cavalo, local de cultivo, dentre outros (ALLEN et al., 1998; MARIN, 2000; BOMAN et al., 2002; BOMAN & PARSONS, 2002 e ALVES JUNIOR, 2006). Assim, torna-se importante as determinações de ETc e de Kc nas condições de cultivo características das diferentes regiões de cultivo. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o consumo de água (ETc) e o coeficiente de cultura (Kc) da laranjeira Pera enxertada em tangerineira Sunki irrigada por gotejamento e microaspersão e em condição de sequeiro, em Nova Europa, SP.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado em pomar de plantas jovens de laranjeira Pera enxertada em tangerineira Sunki, em Nova Europa, SP. O espaçamento de cultivo era de 6,8 m x 2,5 m. O experimento foi instalado em blocos ao acaso com 5 tratamentos e 4 repetições. As parcelas foram constituídas de 21 plantas, com 3 linhas de 7 plantas cada. Os tratamentos foram os seguintes: 1 linha de tubogotejador por linha de plantio (T1); 2 linhas de tubogotejadores por linha de plantio (T2); 4 linhas de tubo

gotejadores por linha de plantio (T3); irrigação por microaspersão com 1 emissor por planta (T4) e a testemunha não irrigada (T5). A vazão nominal dos gotejadores adotados no T1, T2 e T3 foi de $2,0 \text{ L h}^{-1}$ espaçados a cada 0,75 m. O microaspersor foi instalado entre duas plantas na linha de plantio com vazão nominal de 30 L h^{-1} . As irrigações foram realizadas diariamente e suspensas com a ocorrência de chuvas e por alguns dias subseqüentes conforme o volume precipitado. Para o monitoramento do clima utilizou-se estação meteorológica automática, próxima à área experimental. A evapotranspiração de referência foi estimada pelo método de Penman-Monteith (Allen et al, 1998). Para acompanhar e promover ajustes necessários no manejo das irrigações foram instalados tensiômetros nas profundidades de 0,30, 0,60 e 0,90 m para assegurar que o potencial de água no solo ficasse sempre em faixa adequada para manter o consumo da água das plantas na condição potencial (Pires et al., 2005).

O consumo de água pela cultura ou a evapotranspiração da cultura (ETc) diária foi estimada por meio do balanço de massas de água no volume de solo explorado pelo sistema radicular (balanço hídrico), conforme Libardi (2005), levando-se em consideração a variação de armazenamento de água no solo (Δh) entre as leituras consecutivas e as precipitações (P) e as irrigações (I), por meio da seguinte equação:

$$ETc = \Delta h - P - I - D - AC \quad (1)$$

em que: ETc: evapotranspiração da cultura, mm dia^{-1} ; Δh : variação do armazenamento de água no solo, mm; P: precipitação, mm; I: irrigação, mm; D: drenagem profunda, mm; AC: ascensão capilar, mm.

Na equação 1 observa-se que os fluxos laterais de água (deflúvio superficial e subsuperficial que entram e saem do volume explorado pelo sistema radicular) serão considerados desprezíveis, conforme Libardi (2005) considerando estimativas de consumo de água das culturas em condições de campo. Pela profundidade do lençol freático na região, não foi considerado ganho no armazenamento de água na profundidade efetiva das raízes por ascensão capilar. As perdas de água por drenagem profunda (D) foram consideradas quando as precipitações somadas ao balanço hídrico de campo excederam o valor da água disponível do solo. A variação de armazenamento de água no solo foi calculada aplicando-se a regra do trapézio (equação 2) (Libardi, 2005), considerando-se a profundidade efetiva radicular de 0,60 m (L) (Pires et al., 2005).

$$h_L = \int_0^L \theta(Z) dZ \cong \frac{\Delta Z}{3} [\theta(Z_0) + 4\theta(Z_1) + 2\theta(Z_2) + 4\theta(Z_3) + 2\theta(Z_4) + \dots + 2\theta(Z_{2m-2}) + 4\theta(Z_{2m-1}) + \theta(Z_{2m})]$$

em que: h: armazenamento de água até a profundidade L (mm); L: profundidade efetiva do sistema radicular (m); θ : umidade do solo avaliada (mm); Z: espessura da camada do solo (m).

Como não há medida para θ em Z_0 , para o cálculo de armazenamento (h_L) foi considerado que θ em Z_0 é igual a Z_1 . Obtidos os valores de ET_0 e ET_C , foi estimado o coeficiente de cultura durante o período avaliado.

$$Kc = \frac{ET_C}{ET_0} \quad (3)$$

em que: ET_C : evapotranspiração da cultura estimada pelo balanço, ET_0 : evapotranspiração de referência.

Para o monitoramento da água no solo, foram instalados tubos de acesso para medição da umidade por sonda de capacitância (Diviner 2000). As determinações de umidade do solo foram realizadas diariamente a cada 0,1 m até 1,0 m de profundidade. Nos tratamentos irrigados por gotejamento os tubos de acesso foram instalados na direção da linha de plantio a 0,10-0,15 m de distância do gotejador e localizado entre 1/3 a 2/3 do raio da copa das plantas. No tratamento irrigado por microaspersão os tubos foram instalados na mesma posição em relação à planta e cerca de 0,80 a 1,0 m do microaspersor. No tratamento não irrigado os sensores foram instalados na mesma posição em relação às plantas. Foram instalados 2 tubos de acesso por tratamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados avaliados neste trabalho correspondem ao período de março de 2010 a abril de 2011. Nas Figuras 1 e 2 observaram-se que os menores valores de Kc e ET_C foram obtidos no tratamento 5. Tal fato é devido a condição de estresse hídrico a qual as plantas foram submetidas quando da não ocorrência das precipitações naturais. No tratamento 4, irrigado por microaspersão verificou-se menores valores de Kc e ET_C , em relação aos tratamentos 1, 2 e 3, que, por sua vez apresentaram menores variações entre eles. Menores valores de consumo de água das plantas irrigadas por microaspersão quando comparados ao gotejamento também foram

observados por Kobayashi et al. (2009). As perdas de água por evaporação no momento da irrigação por microaspersão podem ter sido uma das causas das diferenças observadas no consumo de água das plantas quando da adoção deste método em relação ao gotejamento. Os menores valores ET_c e K_c observados nos tratamentos 1, 2, 3 e 4 ocorreram entre maio a julho devido a suspensão da irrigação para imposição do estresse hídrico, durante o período de repouso das plantas cítricas, para favorecer o florescimento (MEDINA et al., 2005). A irrigação foi suspensa de 22 de maio de 2010 a 24 de julho de 2010. No tratamento 5 o menor valor foi observado entre agosto e setembro devido a não ocorrência das chuvas. Em relação aos valores médios e máximos de K_c notou-se pequena redução do coeficiente de cultura do T1 para o T2, T3, T4 e diminuição mais acentuada em relação ao T5. Verificou-se que no período de retomada das irrigações após o período de estresse hídrico, os valores de K_c e ET_c foram muito próximos nos tratamentos irrigados. Os valores máximos de K_c encontrados foram de 0,94; 0,91; 0,89; 0,85; 0,69 $mm\ dia^{-1}$, os mínimos de 0,25; 0,23; 0,31; 0,15; 0,10 $mm\ dia^{-1}$, e os médios de 0,73; 0,67; 0,63; 0,62; 0,48 $mm\ dia^{-1}$, respectivamente, para os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5. Considerando-se o período irrigado, excetuando-se os meses de junho e julho, os valores médios de K_c foram 0,80; 0,76; 0,68; 0,70 e 0,52, respectivamente, para os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5. Os maiores valores da ET_c dos tratamentos irrigados foram próximos a 6 $mm\ dia^{-1}$, e, corroboram com o verificado por MARIN (2000) em pomar de plantas adultas de Lima ácida 'Tahiti', em Piracicaba, SP. Ao longo do ciclo observou-se que a menor área molhada proporcionada pelos tratamentos T1 e T2 não afetaram negativamente a ET_c e o K_c da laranjeira (Figuras 1 e 2), por não condicionar redução no consumo de água das plantas. Tal fato é relevante, pois, o número de linhas de tubogotejadores e o de emissores tem efeito nos custos dos equipamentos de irrigação.

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos o consumo de água médio da laranjeira Pêra em porta-enxerto tangerineira Sunki cultivada em Nova Europa, SP, foram de 2,5; 2,3; 2,2; 2,1 e 1,7 $mm\ dia^{-1}$ e os de pico de 6,2; 6,0; 5,9; 5,6 e 4,5 $mm\ dia^{-1}$, nos tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5, respectivamente. Considerando o período irrigado, em média, o K_c foi de 0,80; 0,76; 0,68; 0,70 e 0,52 para os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5, respectivamente.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ/PIBIC pela bolsa concedida.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES; D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration – guidelines for computing crop water requirements**. Roma: FAO. 1998. 300p. (Irrigation and Drainage, Paper 56).
- ALVES JUNIOR, J. **Necessidade hídrica e resposta da cultura de lima ácida “Tahiti” a diferentes níveis de irrigação**. 2006. 100p. Tese (Doutorado em Agronomia, Área de Concentração em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP, Piracicaba.
- BOMAN, B. ; PARSONS, L.; OBREZA, T. ; STOVER, E. **Citrus water use and irrigation scheduling**. In: BOMAN, B.J. Water and Florida Citrus. Gainesville: University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences, 2002. p. 175-191.
- BOMAN, B.; PARSONS, L. **Evapotranspiration**. In: Boman, B.J. Water and Florida Citrus. Gainesville: University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences, 2002. p.163-174.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Fevereiro 2011. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201102.pdf fAcesso em: 7 abril. 2011.
- KOBAYASHI, E.S.; PIRES, R.C.M.; BODINE JUNIOR, D.; VILLAR, H.L.; SAKAI, E.; SILVA, T.J.A. Coeficiente de cultura e consumo de água da laranjeira com irrigação localizada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 38., 2009. Juazeiro/Petrolina. Anais. CD-ROM. Juazeiro/Petrolina: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 2009.
- MARIN, F.R. **Evapotranspiração, transpiração e balanço de energia em pomar de lima ácida “Tahiti”**. Piracicaba, 2000. 74p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- PIRES, R.C.M.; LUCHIARI, D.J.F.; ARRUDA, F.B.; MOSSAK, I. 2005. Irrigação. In: Mattos Junior, D.; De Negri, J.D.; Pio, R.M.; Pompeu Junior, J. Citros. Campinas: Instituto Agronômico e Fundag, p. 369-408.
- POMPEU JUNIOR, J. **Porta-enxertos**. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.;

POMPEU JUNIOR, J. **Porta-enxertos**. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. Citros. Campinas: Instituto Agronômico e Fundag, 2005. p. 61-104.

SAA/CATI/LUPA – SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO, COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL – Projeto LUPA, Campinas-SP, 2009.

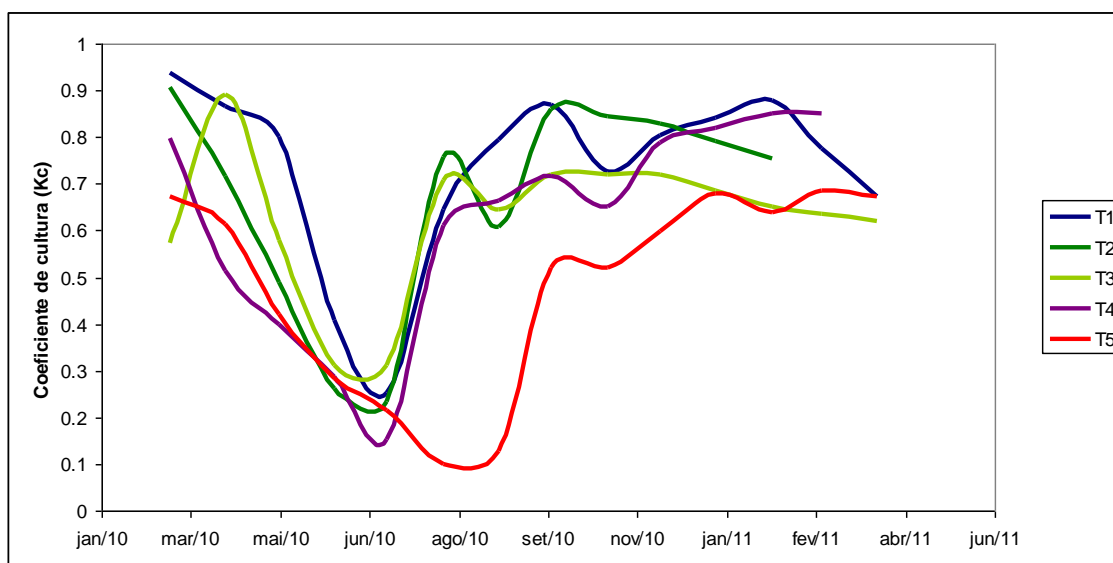


FIGURA 1. Coeficientes de cultura (Kc) da laranjeira Pêra, enxertada em tangerineira Sunki, estimados em Nova Europa, SP, no período de março de 2010 a abril de 2011. (T1: irrigação com 1 linha de tubogotejador; T2: irrigação com 2 linhas de tubogotejadores; T3: irrigação com 4 linhas de tubogotejadores por linha de plantio; T4: irrigação por microaspersão; T5: sem irrigação).

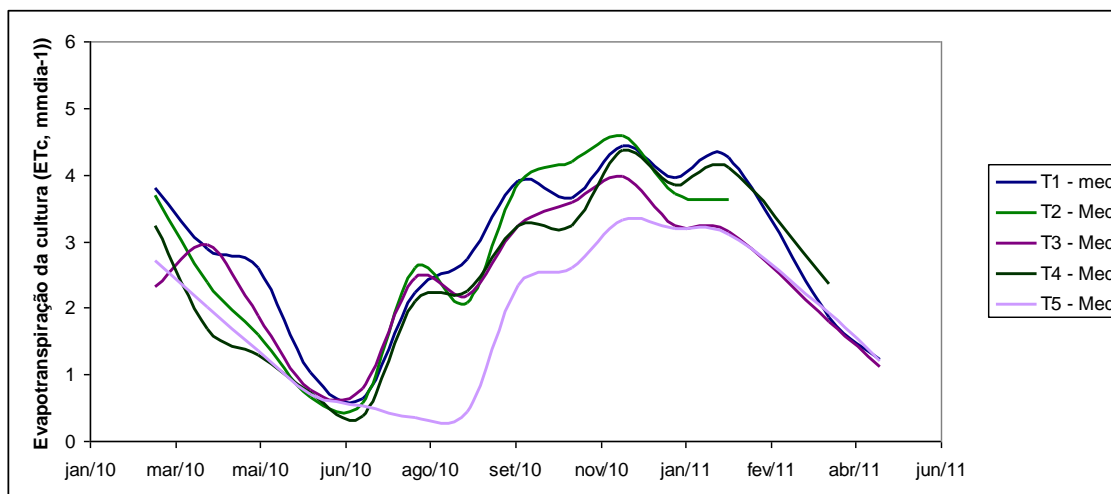


FIGURA 2. Evapotranspiração de cultura (Etc) da laranjeira Pêra, enxertada em tangerineira Sunki, estimados em Nova Europa, SP, no período de março de 2010 a abril de 2011. (T1: irrigação com 1 linha de tubogotejador; T2: irrigação com 2 linhas de tubogotejadores; T3: irrigação com 4 linhas de tubogotejadores por linha de plantio; T4: irrigação por microaspersão; T5: sem irrigação).