



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



Estimativa da Evapotranspiração e dos Coeficientes de Cultura para Diferentes Fases de Desenvolvimento da Melancia

Antonio Ricardo Santos de Andrade¹; Adiel Felipe da Silva Cruz²; Edson Carlos dos Santos Cavalcante²; José Claudio Faustino de Albuquerque²; Werônica Meira de Souza³

Professor, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Campos: Unidade Acadêmica de Garanhuns – UAG, Avenida Bom Pastor, s/n - Boa Vista, CEP 55.296-901 - Garanhuns/PE, arsauag@uag.ufpe.br; ⁽²⁾ Graduandos do curso de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Campos: Unidade Acadêmica de Garanhuns – UAG, Avenida Bom Pastor, s/n - Boa Vista, CEP 55.296-901 - Garanhuns/PE, adiel.cruz@agronomo.eng.br; edsoncarlos@agronomo.eng.br; claudio_mari_nho@hotmail.com; ⁽³⁾ Prof^a. Doutora, Unidade Acadêmica de Garanhuns, UAG/UFRPE, Garanhuns, PE, Brasil. E-mail: weronicameira@gmail.com

Artigo recebido em 19/08/2013 e aceito em 26/09/2013

RESUMO

A evapotranspiração constitui no principal elemento envolvido nas exigências hídricas das culturas, sua estimativa deve ser precisa, sendo utilizada no manejo da irrigação, como também na tomada de decisão que consiste em determinar se a cultura atende as condições edafoclimáticas da região. Um dos métodos de manejo da irrigação que se destaca por aproximar ao máximo a quantidade ideal de água a ser oferecida à cultura é a determinação da evapotranspiração da cultura (ET_c). Sendo assim, o presente trabalho objetivou em estimar a evapotranspiração da cultura (ET_c) e do coeficiente de cultura (K_c) para diferentes fases fenológicas na melancia. A variedade utilizada foi a *Crimson Sweet*, semeados no espaçamento de 1,5 m x 0,75 m onde o sistema de irrigação empregado foi por gotejamento. Para tanto, o experimento foi conduzido na área experimental da Unidade acadêmica de Garanhuns da UFRPE, no período de 01/02/2013 a 07/04/2013. O cálculo do K_c foi obtido pela relação entre ET_c e E_{T0} calculada pelo método do balanço hídrico do solo e estimada pelo método de tanque Classe A, respectivamente, no período de 01 até 66 dias após o plantio (DAP). A evapotranspiração média da cultura da melancia nos 66 dias do balanço foi de 11,36 mm dia⁻¹ e os valores médios dos coeficientes de cultivo (K_c) obtidos pela relação entre ET_c e E_{T0} foram 1,80; 1,97; 1,84 e 1,60 para a fase vegetativa, floração, maturação e colheita, respectivamente, e o máximo consumo de água pela cultura deu-se no estágio de floração.

Palavras-chave: manejo de água, evapotranspiração, melancia.

Evapotranspiration Estimate and Cultural Factors for Different Stages of Development of Watermelon

ABSTRACT

Evapotranspiration is the main element involved in crop water requirements, your estimate should be accurate, by using management of irrigation systems also with decision making that is whether the culture meets the ecological conditions of the region. One of the methods of irrigation management approach that stands out the most optimum amount of water to be offered to culture is the estimate of crop evapotranspiration (ET_c). Therefore, this study aimed to determine the crop evapotranspiration (ET_c) and crop coefficient (K_c) for different stages of crop development watermelon. We used the *Crimson Sweet* variety, sown at a spacing of 1.5 mx 0.75 m where the irrigation system was used drip. Therefore, an experiment was conducted at the experimental unit of Academic Garanhuns/UFRPE, from 01/02/2013 to 07/04/2013. The calculation of K_c was obtained by the ratio of ET_c and E_{T0} calculated by the method of soil water balance and estimated by the method of Class A pan, respectively, from 01 to 66 days after planting (DAP). The average evapotranspiration of watermelon crop in 66 days the balance was 11.36 mm day⁻¹ and the average values of crop coefficients (K_c) obtained by the relationship between ET_c and E_{T0} were 1.80, 1.97, 1.84 and 1.60 for the vegetative stage, flowering, ripening and harvesting, respectively, and the maximum water consumption by the crop yield in the flowering stag.

* E-mail para correspondência: arsauag@uag.ufpe.br
(Andrade, A.R.S.)

Introdução

O conhecimento detalhado na dinâmica da água durante o desenvolvimento de uma cultura, fornece elementos essenciais para o estabelecimento ou aprimoramento nas práticas de manejo agrícola que visa à otimização da produtividade. A água é fator fundamental no desenvolvimento de uma cultura, onde afeta, principalmente, o desenvolvimento do sistema radicular e a absorção e transferência de nutrientes pelas plantas. Sua dinâmica tem sido estudada através de balanços hídricos, baseados principalmente em informações obtidas na atmosfera, deixando para um segundo plano informações edáficas (REICHARDT e TIMM, 2004).

O cultivo da melancia requer climas quentes e secos, não tolerando umidade excessiva do solo. Nesse contexto, a região Nordeste propicia condições climáticas necessárias para uma boa produtividade da cultura e para a obtenção de frutos de qualidade, além de conseguir produzir num ciclo curto se comparado a outras regiões produtoras do mundo (DUTRA, 2005; BEZERRA et al., 2010).

A melancia tem-se destacado como uma das principais espécies olerícolas cultivadas no País. No estado do Rio Grande do Norte, mais especificamente no Pólo Agrícola Assu-Mossoró, o cultivo da melancia deixou de ser uma cultura explorada apenas no período das chuvas, onde a produção era destinada a mercados locais. A atividade, agora praticada

por pequenos e médios produtores, tem sua produção destinada a grandes mercados, inclusive o internacional (GRANGEIRO et al., 2005, BEZERRA et al., 2010).

Para manejar corretamente 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.

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).

Por essa razão, o trabalho teve como finalidade em estimar a evapotranspiração da cultura (E_{Tc}) da melancia irrigada por gotejamento, nos seus distintos estádios fenológicos, através do balanço hídrico no solo, como também estimar os diferentes coeficientes de cultura (K_c) da melancia pela relação entre a E_{Tc} e a E_{To} , calculada pelo utilizando o método tanque Classe A.

Material e Métodos

Localização e caracterização da área de estudo

O experimento foi conduzido na área experimental na Unidade Acadêmica de Garanhuns da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UAG/UFRPE) no município de Garanhuns, PE, Brasil, cujas coordenadas geográficas são: latitude 8°53'25" S, longitude 36°29'34" W, e altitude de 822 metros. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo AW', tropical chuvoso, com precipitação média anual de 806,5 mm concentrada nos meses de janeiro a abril, temperatura média de 28 °C e umidade relativa média do ar de 73,8% (IBGE, 2013).

Instalação e condução da cultura no campo

A cultura utilizada foi à variedade *Crimson Sweet* e conduzida sem capação e desbrota, e o espaçamento utilizado foi de 1,5 m entre linhas e 0,75 m entre plantas. Foram realizadas pulverizações com inseticidas e fungicidas comumente empregados na cultura da melancia para o controle de pragas e doenças sempre que ocorriam os sintomas de doenças e/ou pragas. A adubação seguiu a recomendação da análise de solo para a cultura (CRISÓSTOMO et al., 2002). Os micronutrientes serão aplicados no início do

florescimento ao início da frutificação, na quantidade de 10 g planta⁻¹, utilizando como fonte o fertilizante FTE BR-12 (1,8% B; 0,8% Cu; 3,0% Fé; 2,0% Mn; 0,1% Mo e 9,0% Zn) (VIDIGAL, et al., 2005).

As irrigações foram realizadas através de um sistema localizado por gotejamento e gotejado por planta a uma linha lateral por fileira de planta. Foram utilizados gotejadores autocompensantes com vazão de 4 L.h⁻¹ a uma pressão de serviço de 0,2 MPa, instalados sobre a linha lateral. Inicialmente, buscou-se elevar a umidade do solo à condição de capacidade de campo, sendo o manejo da quantidade de água aplicada nas irrigações foram estimadas considerando a evapotranspiração de referencia (ET_o) pelo método do tanque Classe "A", onde se dispunha deste equipamento na estação meteorológica vizinha à área experimental. O controle da irrigação foi realizado através de tensiômetros instalados a 30 cm e 50 cm, onde se concentra grande parte da zona radicular, sendo que os instalados a 30 cm serviram para indicar o momento da irrigação (tensão de água de -10 kPa) e juntamente com as leituras do tensiômetro a 50 cm, o cálculo da lâmina de irrigação. Dessa forma, repôs-se então, a umidade na camada de solo situada na zona radicular em capacidade de campo.

Análise estatística

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, composto por três tratamentos e três blocos, os tratamentos empregados consistiram em diferentes fontes de fósforo, sendo: T₁ – superfosfato simples (19,9 % de P₂O₅); T₂ – fosfato natural reativo (14% de P₂O₅); T₃ – fosfato natural simples - MAP (52% de P₂O₅ e 11% de N); Cada parcela continha 35 plantas espaçadas de 0,75 m entre fileiras e 1,5 m entre plantas, e dessas para as medidas de características de produção, utilizou-se 4 plantas por parcela.

O período de colheita durou 66 dias, isto é, 35% do seu potencial total anual de produção. A maioria dos frutos foi colhida no estágio caracterizado pelo início da mudança de cor verde para amarela e também identificados por tratamento e planta. Foram avaliados número de frutos (unidade); peso médio dos frutos (kg) e pesados individualmente em uma balança de precisão e depois medidos com um paquímetro digital o diâmetro longitudinal e transversal do fruto (cm).

Com os dados médios de cada característica de produção avaliada, realizou-se análise de variância (ANOVA) conforme o delineamento descrito no item material e métodos. Quando o valor de F calculado foi significativo, realizaram-se comparações entre as médias, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, por meio do Programa Estatístico Sisvar (FERREIRA, 2000).

Estimativa da evapotranspiração da cultura pelo método do balanço hídrico: componentes do balanço hídrico

A evapotranspiração da cultura (ET_c) foi estimada através do método do balanço hídrico do solo, realizado de acordo com a metodologia apresentada por Reichardt (2004), (Equação 1), para a profundidade de 0 a 50 cm. Os dados de tensão de água no solo que foram determinados por meio de tensiômetros, sendo as mesmas utilizadas para realizar o balanço de água no solo e estimar a ET_c. Foram utilizados dados de três baterias de tensiômetros de punção, instalados nas profundidades de 10; 30 e 50 cm.

$$ET_c = P + I \pm D_z \pm \Delta h \dots (01)$$

Em que: ET_c - evapotranspiração da cultura (mm); P - precipitação pluvial (mm); I - irrigação (mm); D_z - drenagem profunda ou ascensão capilar (mm); e Δh - variação da armazenagem (mm) da água do solo na camada de profundidade de 0 a 50 cm.

Os dados de precipitação pluviométrica (P) utilizados no estudo foram obtidos por meio do pluviômetro instalado na estação meteorológica localizada a 20 m do experimento. O escoamento superficial não foi considerado no balanço hídrico, por tratar-se de solo franco arenoso com alta taxa de infiltração e terreno de topografia plana. A estimativa de drenagem profunda ou ascensão capilar da água no solo (D_z) é bastante

complexa, constituindo o termo do balanço hídrico mais difícil de ser estimado, sendo calculados diariamente para a profundidade de 50 cm utilizando as leituras dos tensiômetros nas profundidades de 10, 30 e 50 cm. No cálculo utilizou a equação de Darcy - Buckingham (1907), conforme Libardi (2005):

$$D_{50} = -K(\theta)_{50} \frac{\partial \psi_t}{\partial Z} \dots\dots\dots(02)$$

sendo: $K(\theta)_{50}$ = condutividade hidráulica do solo não saturado [cm dia^{-1}], na profundidade de 50 cm, como função da umidade do solo θ [$\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$]; $\frac{\partial \psi_t}{\partial Z}$ = gradiente de potencial total da água no solo [cm cm^{-1}]; $\Psi_T = \Psi_m + \Psi_g$ potencial total da água no solo [$\text{cm H}_2\text{O}$] e Z = coordenada de posição [cm]. Em que Ψ_m e Ψ_g representam, respectivamente, os potenciais matricial e gravitacional de água no solo, ambos em centímetros de água.

O cálculo do gradiente de potencial total da água no solo na profundidade estudada (50 cm) foi realizado através da expressão (03), que representa a diferença de potenciais totais em duas profundidades consecutivas pela distância entre elas.

$$\left[\frac{\partial \Psi_T}{\partial Z} \right] = \left[\frac{\Delta \Psi_T}{\Delta Z} \right]_{50} = \left[\frac{\Psi_T^{(c)} - \Psi_T^{(b)}}{20} \right] \quad (03)$$

sendo:

$$\left[\frac{\partial \Psi_T}{\partial Z} \right]_{50} = \text{gradiente de potencial total da}$$

água no solo, na profundidade de 50 cm;

$\Psi_T^{(c)}$ = potencial total da água no solo à profundidade de 40 cm;

$\Psi_T^{(b)}$ = potencial total da água no solo à profundidade de 60 cm;

ΔZ = distância vertical entre os tensiômetros.

Instalou-se uma bateria com três tensiômetros de punção em todos os tratamentos (T_1 , T_2 e T_3) nas profundidades de 10; 30 e 50 cm a uma distância de 30 cm do caule. O monitoramento da umidade no perfil do solo foi realizado diariamente entre 7 e 9 horas da manhã sempre antes da aplicação de água de irrigação e utilizou-se o tensímetro digital de punção para registro das leituras de tensões no solo. Os valores das leituras foram convertidos em potencial matricial de água no solo ($-\psi_m$).

$$\psi_m = - (L_t + 0,098 c).10,197 \quad (04)$$

Em que: ψ_m é o potencial de água no solo ($\text{cm H}_2\text{O}$); L_t é a leitura do manômetro em kPa, e c é o comprimento do tensiômetro (distância do meio da cápsula porosa até o vacuômetro) em centímetros; o decimal 0,098 é fator de ajuste de unidades.

Os valores das leituras foram convertidos em potencial matricial de água no solo ($-\psi_m$) na unidade de centímetro de água utilizando a Equação 4 e posteriormente elaborou as curvas de retenção de água no solo para as profundidades do solo de 0 – 20; 20 – 40 e 40 – 60 cm, utilizando o aparelho de Richards - câmara de sucção para extrair a umidade nas maiores tensões 9,80; 19,6; 29,41; 49,03; 73,54; 98,06; 147,09 e 294,19 $\text{cm H}_2\text{O}$.

Depois de obtida a umidade à base de volume (θ) para cada tensão, os dados das

curvas de retenção de cada profundidade do solo, foram ajustados pelo modelo de Van Genuchten (1980), com o auxílio do software SWRC versão 3.0 (SOIL WATER RETENTION CURVE), conforme expressão (LIBARDI, 2005):

$$\theta = \theta_r + \frac{(\theta_s - \theta_r)}{[1 + (\alpha |\Psi_m|)^m]^n} \quad (05)$$

Em que: Ψ_m é o potencial de água no solo (cm H₂O); θ é a umidade atual á base de volume (cm³ cm⁻³); θ_r é a umidade residual (cm³ cm⁻³); θ_s é a umidade de saturação (cm³ cm⁻³); α (cm⁻¹), m e n são parâmetros empíricos do modelo matemático.

A condutividade hidráulica do solo não saturado [$K(\theta)_{50}$], na profundidade de 50 cm foi obtida em função da umidade do solo (θ), por meio da seguinte Equação 6, segundo Van Genuchten (1980) com aproximação de Mualem (1976):

$$K(\theta)_{50} = K_s \cdot S_e^p \left[1 - \left(1 - S_e^m \right)^{m-2} \right] \quad (06)$$

onde: $K(\theta)_{50}$ = condutividade hidráulica do solo não saturado na profundidade de 50 cm; K_s = é a condutividade hidráulica do solo saturado e n e m os parâmetros; S_e = grau de saturação; p = parâmetro de ajuste, empiricamente tomado como universal por Mualem (1976) igual a 0,5.

Com os dados das umidades de água no solo nas respectivas profundidades do solo, determinou-se o armazenamento de água no solo (h) e variação (Δh) num intervalo de

tempo para camada de 0 - 50 cm pelo seguinte procedimento (LIBARDI, 2005):

$$\Delta h = (\bar{\theta}_f - \bar{\theta}_i) \cdot Z \dots\dots\dots(07)$$

Em que: Δh - variação da armazenagem (mm) da água do solo na camada de profundidade de 0 a 50 cm. $\bar{\theta}_f$ é umidade do solo média até a profundidade de 50 cm no início do período (cm³.cm⁻³); $\bar{\theta}_i$ é umidade do solo média até a profundidade de 50 cm ao final do período (cm³.cm⁻³).

A evapotranspiração de referência (ET_o) foi estimado pelo método do tanque Classe A, de acordo com a Equação 1. Os dados (umidade relativa do ar, velocidade do vento e evaporação medida no tanque Classe A) utilizados para o cálculo de ET_o foram coletados de uma estação instalada ao lado da área experimental.

$$ET_o = K_p \cdot ECA \quad (08)$$

ET_o = evapotranspiração de referência (mm d⁻¹);

K_p = coeficiente de cultura coeficiente do tanque (no semi-árido, adotar-se $K_t = 0,75$);

ECA = evaporação do tanque classe A (mm d⁻¹).

Os coeficientes de cultivo (K_c) para um ciclo da variedade da melancia *Crimson Sweet*, para o município de Garanhuns/PE, foram determinados pela relação entre a evapotranspiração de cultura e a evapotranspiração de referência, utilizando-se a seguinte expressão apresentada por Doorenbos e Pruitt (1997):

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_o} \quad (09)$$

sendo, K_c = coeficiente de cultura (adimensional); ET_c = evapotranspiração da cultura ($mm\ dia^{-1}$); ET_o = evapotranspiração da cultura de referência ($mm\ dia^{-1}$).

As diferentes fases fenológicas da cultura da melancia foram determinadas tomando-se como base a metodologia proposta por Doorenbos e Kassan (1979): I) estágio da emergência até 10% do desenvolvimento vegetativo; II) estágio de desenvolvimento vegetativo até 80% do início de florescimento; III) estágio intermediário – deste o final do estágio II até da maturação dos frutos; IV) estágio final – da maturação a colheita.

Resultados e Discussão

A Figura 1 mostra a variação da precipitação pluvial, evaporação e temperatura média do Município de Garanhuns/PE, durante período: 01/02/2013 a 07/04/2013. Os resultados das análises dos dados mostraram que durante a fase vegetativa, que correspondeu ao período de 01 aos 66 dias após o plantio (DAP), a precipitação acumulada foi de 0,93 mm, com um valor médio de 0.08 mm, com distribuição bastante regular. Os maiores valores de precipitação ocorrem entre os meses de fevereiro a março, que corresponde ao período de 24 aos 36 DAP. No período de 01 aos 66 DAP a evaporação média diária ficou em torno de 3,41 mm.

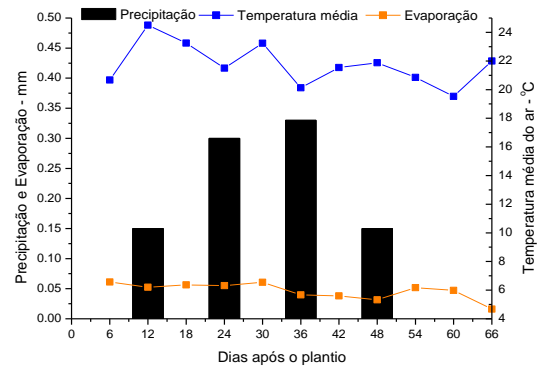


Figura 1. Variação da precipitação pluvial, evaporação e temperatura média do Município de Garanhuns/PE, no período: 01/02/2013 a 07/04/2013.

Com relação à temperatura média do ar verificou-se que os maiores valores foram registrados nos meses mais quentes e com menor pluviosidade: durante a fase vegetativa e início da maturação dos frutos, que correspondeu ao período de 01 aos 18 DAP e 42 aos 66 DAP, respectivamente (Figura1). Durante o período estudado a média da temperatura do ar foi de 21,74 °C, sendo a máxima temperatura registrada, aos 18 DAP que corresponde ao mês de fevereiro com 28,33 °C e a mínima registrada foi 14,17 °C verificada aos 36 DAP que corresponde ao mês de março (Figura 2).

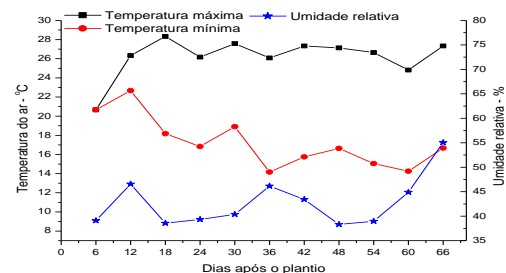


Figura 2. Variação da temperatura máxima e mínima e da umidade relativa do Município

de Garanhuns/PE, no período: 01/02/2013 a 07/04/2013.

A Figura 2 mostra a variação média da temperatura do ar e da umidade relativa no decorrer do ciclo da cultura da melancia. O maior valor da temperatura máxima observado ocorreu aos 18 DAP (28,33°C) que corresponde ao mês de fevereiro o mais quente, a temperatura mínima ocorreu aos 36 DAP que corresponde ao mês de março o mais frio. O mês mais úmido encontra-se entre o mês de abril que totalizam 66 DAP com valores médios próximos a 55.04%, que corresponde ao período de colheita. O menor valor de umidade relativa ocorre no mês de março com valores médios de 38,32%, no estágio maturação dos frutos.

A Figura 3 mostra a variação da umidade no solo e do potencial mátrico, respectivamente com o tempo, a 50 cm de profundidade. O comportamento entre estas variáveis demonstra que para maiores valores de umidade, têm-se menores tensões de água no solo, a qual é responsável pela alimentação do sistema solo-planta-atmosfera.

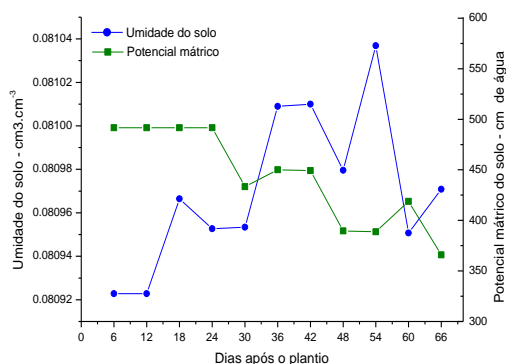


Figura 3. Variação da umidade e do potencial mátrico no solo à profundidade de 50 cm na

área experimental no Município de Garanhuns/PE, no período: 01/02/2013 a 07/04/2013.

Na Figura 4, são apresentados os potenciais matriciais do solo nas profundidades de 10, 30 e 50 cm. Pode-se observar que as lâminas das irrigações aplicadas e as precipitações pluviométricas não foram suficientes para atender à demanda hídrica da cultura durante o período do estudo. O potencial matricial do solo na zona radicular (30-50 cm) não se manteve entre a capacidade de campo.

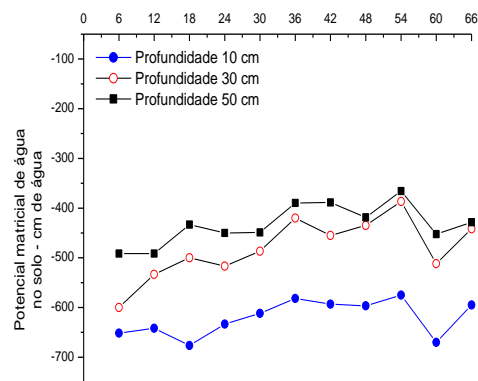


Figura 4. Potencial matricial da água no solo nas profundidades de 10, 30 e 50 cm ao longo do ciclo da melancia, período 01/02/2013 a 07/04/2013, Garanhuns/PE.

O gradiente de potencial total da água no solo estimado para a profundidade de 50 cm encontra-se representado na Figura 5, a qual demonstra que ao longo do período houve grande amplitude, variando entre $-12,07 \text{ cm.cm}^{-1}$ e $-4,47 \text{ cm.cm}^{-1}$.

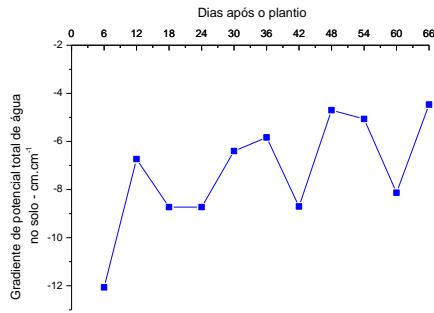


Figura 5. Variação do gradiente potencial total da água no solo à profundidade de 50 cm na área experimental no Município de Garanhuns/PE, no período: 01/02/2013 a 07/04/2013.

Valores positivos do gradiente de potencial total da água no solo indicam fluxo no sentido ascendente (ascensão capilar), com maiores valores logo após cessar a recarga (irrigação e precipitação). Observa-se, também, uma pequena redução nesses valores à medida que se reduz a irrigação na área, tendo em vista a ocorrência de precipitação mais significativa durante o balanço hídrico (Figura 5).

Na Figura 6 são apresentados os valores de drenagem e armazenamento de água no solo até a profundidade de 50 cm. Pode-se observar uma constante nos valores de variação de armazenamento de água no do solo. Isto evidencia que houve recarga uniforme (irrigação) de água no perfil em período de baixo conteúdo de água do solo, e em outros, onde havia excesso de umidade em razão da precipitação, estabilizado os valores de variação de armazenamento.

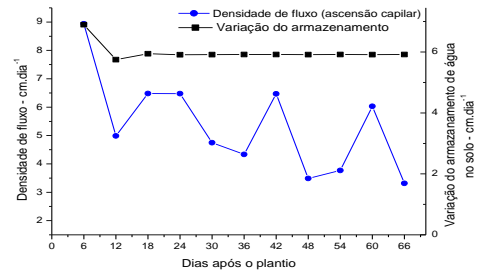


Figura 6. Variação da drenagem e do armazenamento de água no solo ao longo do ciclo da melancia, período 01/02/2013 a 07/04/2013, Garanhuns/PE.

Observa-se, também, com base na Figura 6, verifica-se que o fluxo foi positivo durante todo o balanço hídrico, caracterizando, portanto, ganho por ascensão capilar favorecida pela textura franca argiloso do solo somada às lâminas de precipitação, outra explicação, sugere-se que tal fato possa ser explicado pelas características da chuva na ser de baixa intensidade.

As variações diárias da evapotranspiração da melancia (ETc) estimadas pelo método do balanço hídrico e da evapotranspiração de referência (ETo), estimada pelo método de tanque Classe A, são mostradas na Figura 7.

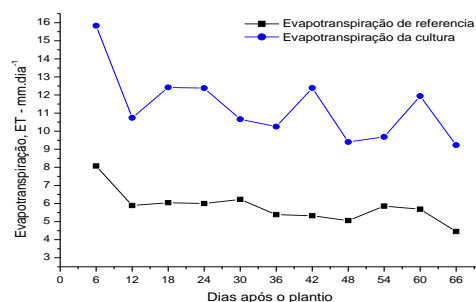


Figura 7. Variação da evapotranspiração da cultura (ETc) e de referência (ETo) estimadas pelos métodos método do balanço hídrico e do tanque Classe A, respectivamente, observada durante o ciclo da melancia de : 01/02/2013 a 07/04/2013, Garanhuns/PE.

Pela Figura 7, nota-se que a ETo permaneceu relativamente alto nos primeiros 12 DAP, e com pequena amplitude, variando entre 4,45 cm.dia⁻¹ e 8,08 cm.dia⁻¹. Como neste período a área foliar da cultura era muito pequena (cobertura do solo menor que 10%), era esperado que as perdas de água ocorressem principalmente devido à evaporação da água na superfície do solo e fossem limitadas à fração do solo umedecida pelos gotejadores. O mesmo fato ocorreu no com ETc, porém apresentando maiores variações durante todo o ciclo da melancia.

Em relação à ETc da melancia, observa-se que em todo período estudo de 1 a 66 DAP a mesma superou os valores médios diário da ETo estimadas pelo método do tanque Classe A (Figura 7). Também os resultados mostram que tanto a ETc e ETo decresceu desde o estágio inicial da cultura até os 66, quando atingir aproximadamente os valores médios de 15,83 e 8,08 mm dia⁻¹, respectivamente, caindo em seguida até os valores médios de 9,23 e 4,45 mm dia⁻¹, respectivamente, no estágio de maturação.

A evapotranspiração da cultura acumulada nos 66 dias do balanço hídrico foi de 124,24 mm dia⁻¹ e a lâmina de irrigação total aplicada durante o ciclo da cultura foi de

293,62 mm. Resultados semelhantes foram obtidos por Bezerra e Oliveira (1999), e os mesmos afirmam que, para a melancia alcançar alto rendimento, são necessários de 400 a 600 mm de água para o período total de crescimento de 100 dias, dependendo das condições climáticas. A lâmina aplicada neste trabalho foi inferior à recomendada pelos autores acima, o que se deve ao ciclo da variedade estudada, de 66 dias.

Na Tabela 1, são apresentados os coeficientes de cultivo médios para as quatro fases fenológicas da melancia irrigada por gotejamento O valor médio de Kc observado neste estudo durante a fase vegetativa bem superiores ao reportado por Miranda et al. (2004) que encontraram para variedade de melancia *Crimson Sweet*, durante a fase vegetativa, valores de Kc de 0,80 e 0,60 utilizando o método do balanço hídrico. Para a fase final foi considerado o Kc igual a 0,95 na data da colheita.

Tabela 1. Coeficientes de cultivo médio da melancia nas diferentes fases fenológicas a partir da ETo estimada pelo tanque Classe A .

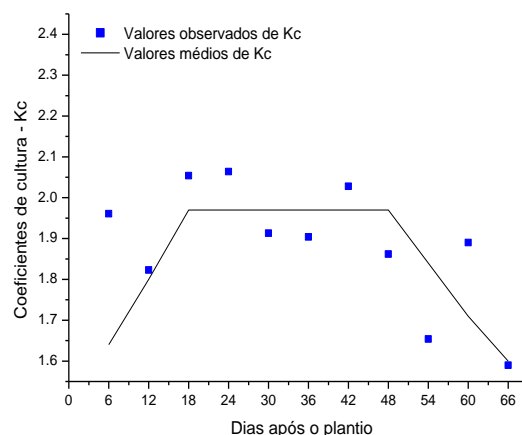
Fase fenológica	ETc (mm.dia ⁻¹)	Kc
Vegetativo	13,28	1,80
Floração	11,82	1,97
Início maturação	10,43	1,84
Colheita	10,59	1,60

Já no trabalho desenvolvido no Estado do Piauí com a cultura da melancia determinou os coeficientes de cultura (K_c) de: 0,50 para as duas primeiras semanas após a germinação; 0,80 quando se encontra em pleno desenvolvimento vegetativo; 1,10 na floração até o desenvolvimento dos frutos e 0,70 a partir do período anterior. Trabalhando com variedade *Crimson Sweet*, em Canindé, CE, foram encontrados valores de K_c de 0,52; 0,98 e 0,95 para os estádios: vegetativo, floração e desenvolvimento dos frutos, respectivamente (BRAGA e CALGARO, 2010).

Valores maiores de K_c foram observados por Bezerra e Oliveira (1999), que pesquisando a cultivar de melancia *Crimson Sweet*, obtiveram valor máximo de 1,27 em torno dos 45 DAP, no período do início da frutificação. Valores maiores ao da pesquisa também foram encontrados por Bastos et al. (2007), que trabalhando com a cultivar *Crimson Sweet* irrigada por gotejamento nas condições de solo e clima dos Tabuleiros Litorâneos do Piauí, apresentou valores de K_c de: 1,3 no estágio intermediário e 0,43 no estágio final. Já Miranda et al. (2004) utilizando os valores de E_{To} estimados pelo método Penman Monteith obtiveram valor máximo de K_c similar ao desta pesquisa para a cultivar *Crimson Sweet*. O valor determinado foi 1,15 para o período da frutificação.

Estas diferenças podem ser explicadas pelas características dos híbridos e pelas diferentes condições de solo e clima (umidade relativa do ar, temperatura), durante a execução do experimento. Silva et al. (2010) já relatavam a diferença dos valores de K_c 's quanto a disponibilidade energética do local, tipo de solo, variedade e idade da planta.

Na Figura 8, está representada a curva dos valores de K_c ao longo do ciclo da melancia de 66 dias. O K_c apresentou um valor médio de 1,80 na fase de crescimento vegetativo, houve um rápido aumento do K_c , até atingir um valor médio de 1,97, durante a fase de florescimento, podendo ser observado um pequeno decréscimo de 1,84 no início maturação. E no estágio da colheita das dos frutos das plantas, os valores de K_c decresceram e atingiram um valor médio de 1,60.



Conclusões

1. A evapotranspiração total durante o ciclo da cultura da melancia foi de $46.12 \text{ mm.dia}^{-1}$,

com valores máximos da ordem de 13,28 mm dia⁻¹ durante a fase intermediária.

2. As durações das fases fenológicas da cultura da melancia foram de 1,80, 1,97, 1,94 e 160 para as fases: vegetativo, de floração, maturação e colheita, respectivamente.

3. Os valores do Kc médios por estádios fenológicos foram superiores aos apresentados pela FAO.

Agradecimentos

A FACEPE pelo apoio financeiro, na realização do trabalho.

Referencias

Allen, R.G.; Pereira, L.S.; Raes, D.; Smith, M. 2006. Evapotranspiración Del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Roma: FAO. 298p.

Bastos, E. A.; Silva, C. R.; Rodrigues, B. H. N.; Andrade Júnior, A. S. De; Ibiapina, L. M. M. 2007. Coeficiente de cultivo da melancieira irrigada por gotejamento nos Tabuleiros Litorâneos, PI. In: Congresso Brasileiro De Agrometeorologia, 15. Aracaju. Efeito das mudanças climáticas na agricultura: anais. Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2007. 5 p. 1 CD-ROM.

Bezerra, A.H.F.; Levien, A.L.S.; Peixoto, C.D.T. 2010. Determinação de kc de melão e melancia utilizando os softwares Singlekcsim e Dualkcsim. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.6, n.11, 6p.

Bezerra, F.M.L.; Oliveira, C.H.C. De. 1999. Evapotranspiração máxima e coeficiente de cultura nos estádios fenológicos da melancia irrigada. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, v.3, n.2, p.173-177.

Braga, B. M.; Calgaro, M. 2010. Sistema de produção da melancia, irrigação, 6. ISSN 1807-0027 Versão Eletrônica. Agosto. Embrapa Semi-árido, Petrolina, PE.

Crisóstomo, L. A.; Santos, A. A. Dos; Raij, B. V.; Faria, C. M. B. De; Silva, D. J. Da; Fernandes, F. A. M.; Santos, F. J. De S.; Crisóstomo, J. R.; Freitas, J. De A. D. De; Holanda, J. S. De; Cardoso, J. W.; Costa, N. D. 2002. Adubação, Irrigação, Híbridos e Práticas Culturais para o Meloeiro no Nordeste. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 21p. (Circular Técnica, 14).

Doorenbos, J.; Pruitt, W.O. 1997. *Necessidades hídricas das culturas*. tradução de H.R. Gheyi, J.E.C. Metri e F.A.V. Damasceno, Campina Grande: UFPB, 204 p.

Dutra, I. 2005. Produtividade e qualidade de melão pele de sapo em função de diferentes níveis de irrigação e adubações potássica e nitrogenada. Botucatu, 99p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem). Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Ferreira, D. F. 2000. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In.. 45a Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade internacional de Biometria. UFSCar, São Carlos, SP, 255-258.

Granjeiro, L.C.; Mendes, A.M.S.; Negreiros, M.Z.; Souza, J.O.; Azevêdo, P.E. 2005. Acúmulo e exportação de nutrientes pela cultivar de melancia Mickylee. Caatinga, Mossoró, v.18, n.2, p.73-81.

Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística (IBGE). Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=pb>>. Acesso em: 28 julho. 2013.

Libardi, P. L. 2005. A dinâmica da água no solo. Piracicaba, SP. Ed. Da Universidade de São Paulo, p. 338.

Miranda, F.R. De; Oliveira, J.J.G.; Souza, F. 2004. Evapotranspiração máximas e coeficientes de cultivo para a cultura da melancia irrigada por gotejamento. Revista

Ciência Agrônômica, Lavras, v.35, n.1, p.36-46.

Mualem, Y. 1976. A new model for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated porous media. *Water Res. Res.*, 12:513-522.

Reichardt, K; Timm, L. C. 2004. Evaporação e evapotranspiração. In: _____ Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações. Barueri-SP, Manole, p.293-309.

Reichardt, K; Timm, L. C. 2004. Redistribuição da água no solo. In: _____ Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações. Barueri-SP, Manole, p.269-291.

Silva, J. S. 2010. Evapotranspiração e produção de melancia sob diferentes níveis de nitrogênio e da salinidade da água de irrigação. 98 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal Rural do Semi – Árido, Mossoró.

Van Genuchten, M. Th. 1980. A closed – form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Sci. Soc. Am.J.*, v.44, p.892–8.

Vidigal, S. M.; Santos, C.; Pereira, P. R. G.; Pacheco, D. D.; Facion, C. E. 2005. Composição mineral e sintomas de deficiência de macronutrientes em melancia cultivada em solução nutritiva. In.: Congresso Brasileiro de Olericultura, 45. Resumos Expandidos... Fortaleza: ASBH. CD-ROM.