

Evapotranspiração máxima e coeficientes de cultivo para a cultura da melancia irrigada por gotejamento¹

Evapotranspiration and crop coefficients for drip-irrigated watermelon

Fábio Rodrigues de Miranda², John Jackie Gonçalves Oliveira³ e Francisco de Souza⁴

RESUMO

O experimento foi conduzido em Paraipaba, CE (latitude 3°29' S, longitude 39°09' W, altitude 30 m), com o objetivo de determinar a evapotranspiração e os coeficientes de cultivo para a cultura da melancia (*Citrullus vulgaris* Schrad), variedade Crimson Sweet. A cultura foi irrigada por gotejamento com frequência diária. A evapotranspiração da cultura (ETc) foi determinada utilizando-se um lisímetro de pesagem com 2,25 m² de área superficial. A evapotranspiração de referência (ETo) foi estimada pelo método FAO-Penman-Monteith e determinada diretamente em outro lisímetro de pesagem. A ETc total observada durante o ciclo da melancia foi de 267 mm. As durações das fases fenológicas da cultura foram de 23, 14, 19 e 14 dias para as fases inicial, de desenvolvimento, intermediária e final, respectivamente. Para valores de ETo determinada em lisímetro, foram observados valores de Kc de 0,39, 1,31 e 0,70, para as fases inicial, intermediária e final, respectivamente. Por ser considerado pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) como o método padrão de estimativa da ETo, recomenda-se o uso dos valores de Kc obtidos neste estudo para valores de ETo estimados pelo Método FAO-Penman-Monteith, que foram de 0,30, 1,15 e 0,58, para as fases inicial, intermediária e final, respectivamente.

Termos para indexação: irrigação, manejo da irrigação, lisímetro.

ABSTRACT

A field experiment was carried out in Paraipaba, CE, Brasil (latitude 3°29' S, longitude 39°09' W, altitude 30 m), aiming to determine the evapotranspiration and crop coefficients for watermelon (*Citrullus vulgaris* Schrad), variety 'Crimson Sweet'. Irrigation was performed daily using a drip irrigation system. The crop evapotranspiration (ETc) was determined using a weighing lysimeter with 2.25 m² of surface area. The reference evapotranspiration (ETo) was estimated using the FAO Penman-Monteith equation, and also determined using a similar weighing lysimeter. The total watermelon evapotranspiration was 267 mm, and the observed lengths of the crop growth stages were 23, 14, 19, and 14 days for the initial, crop development, mid-season, and late season stages, respectively. For the reference ET determined using lysimeter, the crop coefficients were 0.39, 1.31, and 0.70 for the initial, mid-season, and late season stages, respectively. Being the standard method for estimating the ETo according to the FAO, it is recommended the use of Kc values determined in this study for reference ET values estimated by the Penman-Monteith equation, which were 0.30, 1.15, and 0.58, for the initial, mid-season, and late season stages, respectively.

Index terms: irrigation, irrigation scheduling, lysimeter.

¹Recebido para publicação em 03/12/2003. Aprovado em 09/03/2004.

²Engenheiro Agrônomo, Ph. D., Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical. E-mail: fabio@cnpat.embrapa.br.

³Engenheiro Agrônomo, M. Sc., Professor do Instituto Centro de Ensino Tecnológico CENTEC. E-mail: john@centec.org.br

⁴Engenheiro Agrônomo, Ph. D., Professor Titular do Departamento de Engenharia Agrícola da UFC. E-mail: titico@dnocs.gov.br

Introdução

O uso da irrigação por gotejamento na cultura da melancia permite aumentar a produtividade da cultura e a eficiência de uso da água quando comparado ao uso de outros métodos de irrigação (Srinivas et al., 1989; Hochmuth, 1994; Clark et al., 1996). Devido ao confinamento das raízes em um volume de solo limitado, com reduzido volume de água disponível para as plantas, o manejo da irrigação por gotejamento exige que a evapotranspiração da cultura seja determinada de forma precisa e para intervalos máximos de um dia (Clark e Smajstrla, 1993).

Segundo Doorenbos e Pruitt (1977), a evapotranspiração de uma cultura (ETc) pode ser calculada a partir da evapotranspiração de referência (ETo) e do coeficiente de cultivo (Kc) em seus diferentes estádios fenológicos. A ETo representa a evapotranspiração de uma cultura hipotética, crescendo ativamente, sem limitação de água e expressa o poder evaporante da atmosfera em um local e tempo específicos, não considerando as características do solo e da cultura. Allen et al. (1998) recomendaram o uso da equação de Penman-Monteith com algumas simplificações, também conhecido como o método FAO Penman-Monteith, como o método padrão para estimar a ETo a partir de dados climáticos.

O coeficiente de cultivo (Kc) é obtido experimentalmente através da relação entre a ETc e a ETo, e representa a integração dos efeitos de quatro características que distinguem a evapotranspiração da cultura da evapotranspiração 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 (Pereira e Allen, 1997).

Valores experimentais de Kc para melancia e outras culturas são encontrados na literatura (Doorenbos e Pruitt, 1977; Allen et al., 1998). No entanto, Allen et al. (1998) ressaltam que a altura da cultura e algumas condições climáticas do local do cultivo, tais como a velocidade do vento e a umidade relativa do ar, podem alterar a resistência aerodinâmica e, conseqüentemente, o Kc da cultura. Daí a necessidade da realização de experimentos para determinação dos coeficientes de cultivo em âmbito regional.

Clark et al. (1996) afirmam que com o uso da microirrigação, os produtores têm condições de controlar com maior precisão as aplicações de água e fertilizantes ao longo de todo o ciclo da cultura da melancia, em comparação com o uso da irrigação

por aspersão ou por superfície. Portanto, valores de coeficientes de cultivo e recomendações sobre o manejo da irrigação específicos para o cultivo sob microirrigação são de grande valor para os produtores de melancia.

O uso de lisímetros de pesagem é considerado um dos métodos mais práticos e precisos para se determinar a evapotranspiração (Howell et al., 1985). A adoção de algumas medidas de controle durante a instalação e operação dos lisímetros permite assegurar a medição direta da evapotranspiração com precisão e confiabilidade (Aboukhaled et al., 1982; Allen et al., 1991).

Este estudo teve como objetivos determinar a evapotranspiração e os coeficientes de cultivo da cultura da melancia, irrigada por gotejamento, nas condições edafoclimáticas do Estado do Ceará.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Campo Experimental do Curu, da Embrapa Agroindústria Tropical, localizado no município de Paraipaba, CE (latitude 3°29' S, longitude 39°09' W, altitude 30 m), no período de julho a setembro de 1998. O solo do local é de textura arenosa (89% de areia, 3% de silte e 8% de argila, na profundidade de 0 a 0,6 m), profundo, bem drenado e classificado como Neossolo Quartzarênico. O clima do local é classificado, segundo Köppen, como Aw', com médias anuais de precipitação de 998 mm, temperatura de 26,7 °C, umidade relativa do ar de 71% e velocidade do vento de 2,9 m s⁻¹.

Utilizou-se a variedade de melancia Crimson Sweet, plantada no espaçamento de 2,00 m x 0,75 m, com duas plantas por cova. A adubação em pré-plantio consistiu da aplicação de 5000 kg/ha de esterco bovino curtido e 140 kg/ha de P₂O₅ na forma de superfosfato simples no sulco de plantio. As plantas foram fertirrigadas diariamente do 7° ao 57° dia após o plantio, aplicando-se um total de 100 kg/ha de nitrogênio, 43 kg/ha de P₂O₅ e 110 kg/ha de K₂O. Pragas e doenças foram controladas quando necessário, tendo sido realizadas seis aplicações de inseticidas e duas de fungicidas durante o ciclo da cultura.

A cultura foi irrigada por gotejamento, utilizando-se uma linha lateral por fileira e gotejadores espaçados de 0,5 m ao longo da lateral. Os gotejadores apresentaram uma vazão média de 3,0 L/h para uma pressão de operação de 200 kPa.

Os bulbos molhados formados pelos gotejadores apresentaram-se interligados, formando, na superfície do solo, uma faixa contínua umedecida de 0,4 m de largura, representando uma porcentagem da superfície do solo umedecida de 20%.

A evapotranspiração da cultura da melancia (ETc) foi determinada utilizando-se um lisímetro de pesagem, de dimensões 1,5 m x 1,5 m, por 1,0 m de profundidade, tipo caixa metálica, apoiado sobre uma balança eletrônica de precisão, como descrito por Miranda et al. (1999a). O lisímetro era sensível a variações da lâmina de água da ordem de 0,18 mm e foi instalado no centro da área cultivada, de dimensões 110 m x 70 m (0,77 ha), cercada por outros cultivos irrigados, cuja área total atingia 20 ha. Considerando-se o espaçamento da cultura e as dimensões do lisímetro, foram plantadas quatro plantas em sua superfície.

Valores de temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação solar, velocidade do vento e precipitação pluviométrica foram medidos em uma estação meteorológica automática instalada ao lado do experimento. Os dados meteorológicos foram utilizados para se estimar a evapotranspiração de referência (ETo) pelo método FAO Penman-Monteith (Allen et al., 1998). Um segundo lisímetro de pesagem, similar ao utilizado para medir a ETc, foi utilizado para medir diretamente a ETo. Este lisímetro foi instalado ao lado do cultivo de melancia, no centro de uma área de 1,0 ha, cultivada com grama gengibre (*Paspalum maritimum* L.) e irrigada por aspersão.

Os dados meteorológicos e dos lisímetros foram coletados utilizando-se um sistema automático de aquisição de dados (Datalogger 21X, Campbell Scientific, Inc., Logan, UT, EUA). O sistema de aquisição de dados foi programado para realizar leituras dos lisímetros de pesagem e dos sensores meteorológicos a cada 60 segundos e para armazenar as médias ou totais a cada 60 minutos em um módulo de armazenamento de dados.

As irrigações da cultura da melancia e da área gramada foram realizadas diariamente à noite (entre 0:00 e 3:00 horas). As evapotranspirações diárias da cultura (ETc) e de referência (ETo) foram calculadas pela diferença entre as leituras dos lisímetros às 4:00 horas e às 23:00 horas. O manejo da irrigação foi realizado de forma a elevar a umidade do solo à capacidade de campo antes do plantio e aplicar, nas irrigações posteriores, lâminas de irrigação ligeiramente superiores às perdas por

evapotranspiração medidas diariamente pelos lisímetros. A drenagem do excesso de água no interior dos lisímetros foi realizada quando notada a presença de água acumulada, utilizando-se uma bomba de vácuo manual, inserida através de um tubo de acesso.

A porcentagem de cobertura do solo pela cultura foi medida diariamente, utilizando-se o método da contagem de quadrículas. Para isso, utilizou-se uma moldura com as dimensões de 2,0 m por 2,0 m, dividida em quadrículas de 0,1 m x 0,1 m.

Os coeficientes de cultivo (Kc) foram calculados para cada dia do ciclo da cultura através da equação:

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_o}$$

Foram calculados valores diários de Kc para valores da ETo estimados pelo método FAO Penman-Monteith e para valores de ETo determinados diretamente pelo lisímetro de pesagem instalado na área cultivada com grama.

Para efeito do cálculo dos coeficientes de cultivo médios, o ciclo da cultura foi dividido em quatro fases fenológicas, definidas da seguinte forma: I) fase inicial: do plantio até 10% de cobertura do solo; II) fase de crescimento: do final do estágio inicial até 80% de cobertura do solo; III) fase intermediária: de 80% de cobertura do solo até o início da maturação dos frutos; IV) fase final: do início da maturação até a colheita dos frutos.

Resultados e Discussão

Evapotranspiração da cultura

A evolução da cobertura do solo e a duração das fases fenológicas da cultura da melancia observadas neste estudo são apresentadas na Figura 1. Nota-se que o desenvolvimento vegetativo da cultura foi lento até o 20º dia após o plantio (DAP) e muito rápido na fase de crescimento das ramas (do 21º ao 40º DAP). O ciclo total da cultura foi de 70 dias e a produtividade comercial obtida foi de 57,7 Mg ha⁻¹.

As durações das fases fenológicas da melancia foram de 23, 14, 19 e 14 dias para os períodos inicial, de crescimento, intermediário e final, respectivamente. Os resultados diferiram dos reportados por Allen et al. (1998) para a cultura da melancia

sob condições do deserto no Oriente Médio (10, 20, 20 e 30 dias para as fases inicial, de crescimento, intermediária e final, respectivamente) e dos reportados por Miranda et al. (1997) para o Norte de Minas Gerais (23, 21, 30 e 12 dias). O ciclo mais curto e o rápido desenvolvimento da cultura da

melancia observados no estudo podem ser explicados pela variedade utilizada e pelas condições climáticas altamente favoráveis para a cultura observadas no local, com temperaturas variando de 22 a 32°C e alta intensidade de radiação solar (Tabela 1).

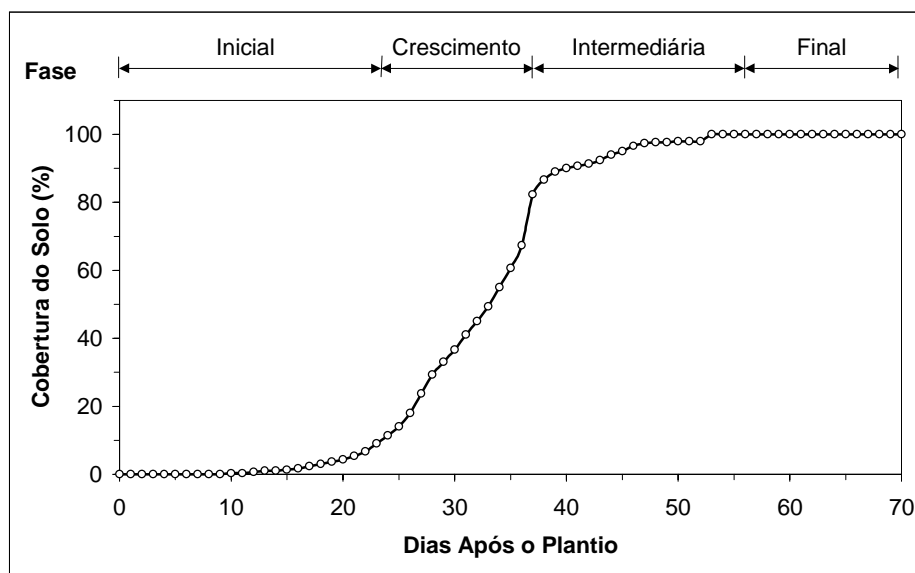


Figura 1 - Cobertura do solo ao longo do ciclo da melancia.

Tabela 1 - Condições climáticas médias observadas durante o experimento.

Mês	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Mínima (°C)	Umidade Relativa do Ar (%)	Radiação Solar (MJ m ⁻² dia ⁻¹)	Velocidade do Vento (Km d ⁻¹)	Precipitação (mm)
Julho/98	31,4	22,5	81,6	20,2	243,1	4,2
Agosto/98	31,5	22,9	79,4	22,1	293,0	11,8
Setembro/98	31,7	23,4	76,7	23,6	318,8	0,0

As variações diárias da evapotranspiração da melancia (ET_c) medida no lisímetro de pesagem e da evapotranspiração de referência, estimada pelo método FAO Penman-Monteith, são mostradas na Figura 2. Nota-se que a ET_c permaneceu relativamente baixa (menor que 2 mm d⁻¹) nos primeiros 20 dias após o plantio. 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. No 6° DAP ocorreu um pequeno aumento

da evaporação e, conseqüentemente, da ET_c, em razão de uma precipitação de 2,3 mm, ocorrida no dia anterior, ter umedecido toda a superfície do solo. O mesmo fato ocorreu no 32° DAP, quando houve uma precipitação de 11 mm na noite anterior.

Entre o 20° DAP e o 40° DAP a ET_c aumentou significativamente, acompanhando o rápido desenvolvimento vegetativo da cultura e atingindo valores máximos em torno de 7 mm d⁻¹ após o 39° DAP. A partir do 54° DAP até a colheita dos frutos a ET_c voltou a cair, coincidindo com a senescência de parte das folhas da cultura.

Na Tabela 2 são apresentados os valores totais e médios das evapotranspirações da melancia e de referência em cada fase da cultura. O consumo de água durante o primeiro terço do ciclo da melancia representou apenas 12% do total. No entanto, o consumo de água durante o período de florescimento e desenvolvimento dos frutos (fase intermediária) representou quase 50% do total.

Segundo Dorenbos e Kassam (1979) as necessidades hídricas da cultura da melancia variam de 400 a 600 mm, para um período total de

crescimento em torno de 100 dias. A menor ETc observada neste estudo (267 mm) pode ser explicada pela diferença na duração do ciclo da cultura e pela redução das perdas por evaporação proporcionada pela irrigação por gotejamento, principalmente na fase inicial da cultura. A eficiência de uso da água observada foi de 21,6 kg m⁻³, muito superior àquela reportada por Dorenbos e Kassam (1979) como média para a melancia (entre 5 e 8 kg m⁻³). Ressalta-se que a eficiência de uso da água para a melancia depende, entre outros fatores, da variedade plantada e dos níveis de adubação.

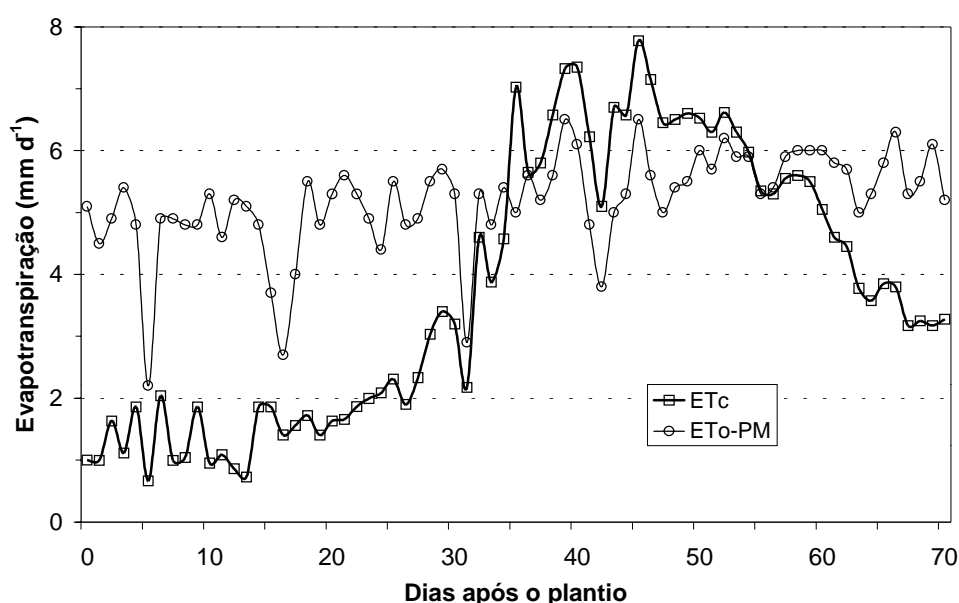


Figura 2 - Variação da evapotranspiração da cultura (ETc) e evapotranspiração de referência estimada pelo método FAO Penman-Monteith (ETo-PM) observada durante o ciclo da melancia.

Tabela 2 - Valores de lâmina de irrigação aplicada (LI), evapotranspiração da cultura (ETc), evapotranspiração de referência determinada em lisímetro de pesagem (ETo-Lis) e estimada pelo método FAO Penman-Monteith (ETo-PM) observados durante as fases de desenvolvimento da melancia.

Fase da Cultura	Duração (d)	LI (mm)	ETc (mm)	ETc Média (mm d ⁻¹)	ETo-Lis (mm)	ETo-PM (mm)
I – Inicial	23	60	34	1,4	88	113
II – Crescimento	14	66	52	3,7	60	70
III – Intermediária	19	198	122	6,4	93	106
IV – Final	14	84	59	4,2	68	80
TOTAL	70	408	267	3,8	309	369

Coeficientes de cultivo

Na Tabela 3 são apresentados os coeficientes de cultivo médios para as fases de desenvolvimento da melancia irrigada por gotejamento. Para as fases inicial e intermediária os coeficientes de cultivo apresentados na Tabela 3 foram calculados como os Kc's médios durante aquelas fases. Para a fase final foi considerado o Kc na data da colheita. Nas Figuras 3 e 4 são apresentadas as curvas do Kc determinadas neste estudo para valores de ETo determinados em lisímetro de pesagem e estimados pelo método FAO Penman-Monteith.

Tabela 3 - Coeficientes de cultivo (Kc) da melancia para valores de evapotranspiração de referência determinados em lisímetro de pesagem (ETo-Lis) e estimados pelo método FAO Penman-Monteith (ETo-PM).

Fase da Cultura	Coeficiente de cultivo (Kc)	
	ETo-Lis	ETo-PM
I - Inicial	0,39	0,30
II - Crescimento	0,39 - 1,31	0,30 - 1,15
III - Intermediária	0,70	0,58

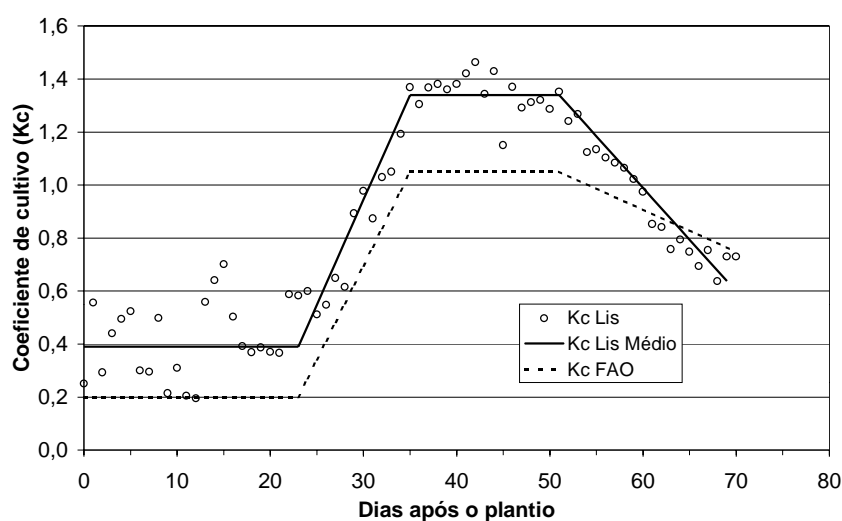


Figura 3 - Coeficientes de cultivo da melancia para valores de ETo determinados em lisímetro de pesagem (Kc-Lis) e valores de Kc recomendados por Allen et al. (1998) (Kc-FAO).

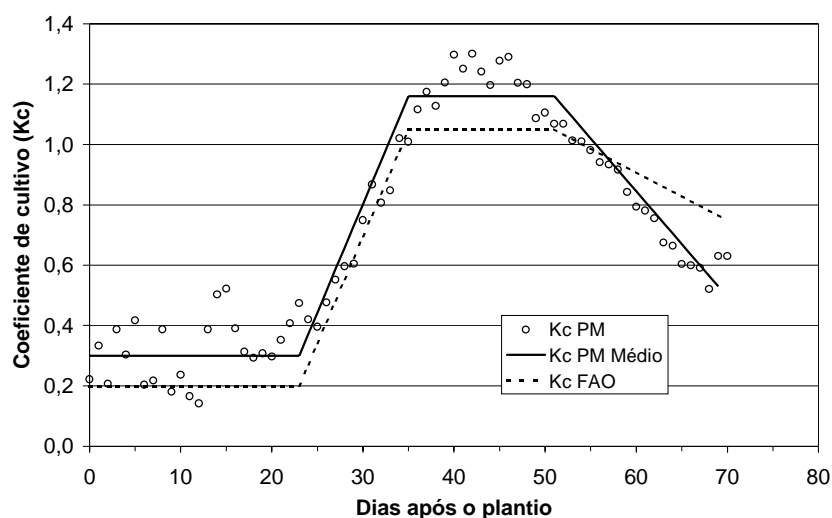


Figura 4 - Coeficientes de cultivo da melancia para valores de ETo determinados pelo Método FAO Penman-Monteith (Kc-PM) e valores de Kc recomendados por Allen et al. (1998) (Kc-FAO).

Os coeficientes de cultivo determinados neste estudo foram superiores aos recomendados pela FAO (Allen et al., 1998) para as fases inicial e intermediária, tanto para a ETo determinada em lisímetro, quanto para a ETo estimada pelo método FAO Penman-Monteith. Considerando-se os ajustes para a fração do solo molhada pelos gotejadores e o clima do local, Allen et al. (1998) recomendaram para a melancia o uso de Kc's de 0,20, 1,05 e 0,75 para as fases inicial, intermediária e final, respectivamente.

Durante a fase inicial, o valor de Kc obtido neste estudo pode ter sido afetado pela variação na fração da superfície do solo umedecida. Os altos volumes de água aplicados antes do plantio para facilitar a germinação e a ocorrência de chuvas fizeram com que a fração da superfície do solo sujeita a perdas de água por evaporação fosse maior que 0,2 durante alguns dias da fase inicial da cultura.

Para a fase intermediária, o valor de Kc mais alto que o citado por Allen et al. (1998) pode estar relacionado à frequência das irrigações e ao clima do local e seu efeito sobre a fisiologia da planta. Os valores de Kc recomendados por Allen et al. (1998) assumem condições climáticas padrão, definidas como clima sub-úmido, com umidade relativa do ar média de 45% durante o dia e velocidade do vento moderada (média de 2 m/s). Embora os autores proponham ajustes no Kc intermediário para as condições climáticas do local (já incorporados no valor de 1,05), eles afirmam que esses fatores de ajuste podem variar localmente e a irrigação mais freqüente pode fazer com que o Kc aumente.

Nas condições de clima altamente favoráveis para a cultura, de alta frequência de irrigação e uso de fertirrigação que ocorreram neste experimento, a cultura da melancia apresentou uma alta produtividade e um desenvolvimento mais rápido e intenso que o observado em outros estudos, o que foi evidenciado pela menor duração dos estágios fenológicos, ou seja, a cultura apresentou uma taxa de crescimento diário mais elevada que a observada em outros estudos. Segundo Howell et al. (1990), existe uma relação direta entre a produção de matéria seca e a transpiração da cultura. Pode-se inferir, portanto, que as taxas de evapotranspiração da cultura e o coeficiente de cultivo mais elevados durante a fase intermediária podem estar relacionados ao metabolismo mais intenso da cultura nas condições em que foi realizado o estudo.

Resultados similares ao deste estudo quanto ao valor de Kc na fase intermediária foram reportados por Bezerra e Oliveira (1998) e Miranda et al. (1999b). Bezerra e Oliveira (1998) utilizaram o método do balanço hídrico no solo para determinar a evapotranspiração da melancia na região litorânea do Ceará e obtiveram um valor médio de Kc para a fase intermediária de 1,22. Miranda et al. (1999b), trabalhando no mesmo local deste estudo, determinaram a evapotranspiração da cultura do melão (*Cucumis melo* L.) utilizando lisímetros de pesagem e obtiveram um valor de Kc de 1,20 durante a fase intermediária da cultura. De forma semelhante ao observado neste estudo, a duração dos estágios fenológicos da cultura do melão foi inferior ao reportado por Allen et al. (1998).

Conclusões

1. A evapotranspiração total durante o ciclo da cultura da melancia foi de 267 mm, com valores máximos da ordem de 7,0 mm d⁻¹ durante a fase intermediária.
2. As durações das fases fenológicas da cultura da melancia foram de 23, 14, 19 e 14 dias para as fases inicial, de desenvolvimento, intermediária e final, respectivamente.
3. Para valores de ETo determinados em lisímetro de pesagem, foram observados valores de Kc de 0,39, 1,31 e 0,70, para as fases inicial, intermediária e final, respectivamente.
4. Por ser o método de estimativa da ETo considerado como padrão pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), recomenda-se o uso dos valores de Kc determinados neste estudo para valores de ETo estimados pelo Método FAO-Penman-Monteith, que foram de 0,30, 1,15 e 0,58, para as fases inicial, intermediária e final, respectivamente.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação Cearense de Amparo à Pesquisa - FUNCAP e à Embrapa Agroindústria Tropical pelo apoio financeiro para a realização da pesquisa.

Referências Bibliográficas

- ABOUKHALED, A.; ALFARO A.; SMITH M. **Lysimeters**. Rome:FAO, 1982. 68p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 39).
- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration**. Rome:FAO, 1998. 299p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56)
- ALLEN, R.G.; PRUITT, W.O.; JENSEN, M.E. Environmental requirements of lysimeters. In: ALLEN, R. A.; HOWELL, T. A.; PRUITT, W. O.; WALTER, I. A.; JENSEN, M. E. (Ed.) **Lysimeters for evapotranspiration and environmental measurements**. New York: ASCE, 1991. p.170-181.
- BEZERRA, F.M.L.; OLIVEIRA, C.H.C. Evapotranspiração máxima e coeficientes de cultura nos estádios fenológicos da melancia (*Citrullus vulgaris* L.) irrigada através de três métodos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Lavras:UFLA/SBEA, 1998. p.242-244.
- CLARK, G.A.; SMAJSTRLA, A.G. **Application volumes and wetting patterns for scheduling drip irrigation in Florida vegetable production**. Gainesville: University of Florida, 1993, 15p. (Florida Coop. Extension Service. Circular, 1041)
- CLARK, G.A.; MAYNARD, D.N.; STANLEY, C.D. Drip-irrigation management for watermelon in a humid region. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, v.12, n.3, p.335-340, 1996.
- DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Guidelines for predicting crop water requirements**. Rome:FAO, 1977. 194p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 24)
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Yield response to water**. Rome: FAO, 1979. 193p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 33).
- HOCHMUTH, G.J. Current status of drip irrigation for vegetables in the southeastern and Mid-Atlantic United States. **HortTechnology**, Alexandria, v.4, n.4, p.390-393, 1994.
- HOWELL, T.A.; MCCORMICK, R.L.; PHENE, C. J. Design and installation of large weighing lysimeters. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.28, n.117, p.106-112, 1985.
- HOWELL, T. A.; CUENCA, R. H.; SOLOMON, K. H. Crop yield response. In: HOFFMAN, G.J.; HOWELL, T. A.; SOLOMON, K.H. (Ed.) **Management of Farm Irrigation Systems**. St. Joseph: ASAE, 1990. p.93-122.
- MIRANDA, FR.; RODRIGUES, A.G; SILVA, H.R.; SILVA, W.L.C.; SATURNINO, H.M.; FARIA, F.H.S. **Instruções técnicas sobre a cultura da melancia**. Belo Horizonte:EPAMIG, 1997. 28p. (EPAMIG. Boletim Técnico, 51)
- MIRANDA, FR.; YODER, R.E.; SOUZA, F. de. Instalação e calibração de um lisímetro de pesagem no Projeto de Irrigação Curu-Paraipaba, CE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.3, n.1, p.107-110, 1999a.
- MIRANDA, F. R.; SOUZA, F. de; RIBEIRO, R. S. F. Estimativa da evapotranspiração e do coeficiente de cultivo para a cultura do melão plantado na região litorânea do Ceará. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.18, n.4, p.63-70, 1999b.
- PEREIRA, L.S.; ALLEN, R.G. Novas aproximações aos coeficientes culturais. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.3, n.4, p.118-143, 1997.
- SRINIVAS, K.; HEDGE, D.M.; HAVANAGI, G.V. Plant water relations, canopy temperature, yield and water-use efficiency of watermelon *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsun et Nakai under drip and furrow irrigation. **Journal of Horticultural Science**, Ashford Kent, v.64, n.1, p.115-124, 1989.