

Evapotranspiração e coeficientes de cultivo da melancia sem sementes¹

Evapotranspiration and crop coefficients of seedless watermelon

Lilian Cristina Castro de Carvalho², Francisco Marcus Lima Bezerra³ e Marco Antonio Rosa de Carvalho⁴

Resumo - A pesquisa foi desenvolvida em Fortaleza, CE (latitude 3°43'S, longitude de 38°32'W e altitude de 19,5 m), com o objetivo de determinar a evapotranspiração e os coeficientes de cultivo para os diferentes estádios da melancia sem sementes (*Citrullus lanatus*, Schrad), utilizando o método do balanço hídrico em lisímetro de drenagem. A unidade experimental constou de quatro lisímetros de drenagem localizados numa área de 600 m². A evapotranspiração da cultura (ETc) foi determinada pelo método do balanço hídrico, em um volume de controle de solo com profundidade de 0,45 m, cuja umidade foi monitorada por tensiômetros. A evapotranspiração de referência (ETo) foi estimada pelo método do tanque classe A. Os coeficientes de cultura foram obtidos a partir da relação entre ETc e ETo nos diferentes estádios fenológicos. A ETc apresentou valores crescentes desde o estágio vegetativo até a estágio de frutificação, caindo em seguida no estágio de maturação. O valor máximo de kc foi observado no estágio de frutificação.

Palavras-chave: *Citrullus lanatus*. Lisímetro de drenagem. Tensiometria.

Abstract - The research was developed in Fortaleza, CE (latitude 3°43'S, longitude of 38°32'W and altitude of 19.5 m). It aimed to determine the Evapotranspiration and the crop coefficients for the different stadiums of seedless watermelon (*Citrullus lanatus*, Schrad), using the water balance method in drainage lysimeter. The experimental unit consisted of four located drainage lysimeter in an area of 600 m². The culture Evapotranspiration (ETc) was determined by the method of the water balance, in a volume of soil control with depth of 0.45 m, whose humidity was monitored by tensiometers. The reference Evapotranspiration (ETo) was estimated by the method of the class A pan. The crop coefficients were obtained from the rate between ETc and ETo in the different stages. The ETc presented growing values from the vegetative stage to the fruiting stage, dropping straight away in the mature stage. The maximum value of kc was observed in the fruiting stage.

Key words: *Citrullus lanatus*. Drainage lysimeter. Tensiometers.

¹ Recebido para publicação em 08/09/2006; aprovado em 07/11/2007

² Eng. Agrônoma, M. Sc., Doutoranda em Irrigação e Drenagem/Eng. Rural/ESALQ/USP.

³ Eng. Agrônomo, D. Sc., Prof. Dep. Eng. Agrícola/CCA/UFC, Bloco 804, Campus do Pici, Caixa Postal 12.168, CEP: 60.455-970, Fortaleza, CE, mbezerra@ufc.br

⁴ Eng. Agrônomo, M. Sc., Doutorando em Irrigação e Drenagem/Eng. Rural/ESALQ/USP.

Introdução

A melancia (*Citrullus lanatus*, Schrad) é a cultura cucurbitácea com maior produção a nível mundial. O maior produtor mundial de melancia é a China, com cerca de 51,82 milhões de toneladas por ano, representando 69% do total mundial, seguindo-se Turquia, Egito, Estados Unidos, Irã, e México. Estes cinco países são responsáveis por cerca de 82% da produção mundial de melancia, que em 2003, segundo a FAO, foi de 75,27 milhões de toneladas. Deste total, o Brasil participou com cerca de 680,4 mil toneladas, ou seja, apenas 0,9%.

A cultura apresenta melhor desenvolvimento em solos leves e bem drenados, em locais com temperaturas médias entre 20 e 30 °C e baixa umidade relativa. Tais condições são encontradas durante a maior parte do ano em quase todo o Estado do Ceará.

A época ideal para a produção de melancia no Estado, sob o ponto de vista fitossanitário e para a obtenção de frutos de melhor qualidade e melhores preços no mercado, compreende de julho a dezembro. Esse período coincide com a estação seca, sendo fundamental o uso da irrigação para suprir as necessidades hídricas da cultura.

No Brasil, a maioria dos plantios de melancia é irrigada por sulcos ou aspersão. Porém, Srinivas et al. (1989) comparando alguns métodos de irrigação na cultura da melancia, concluíram que o método por gotejamento foi o que apresentou os melhores resultados, além de permitir a aplicação de fertilizantes através da água de irrigação. Clarck et al. (1996) também concordam com Srinivas et al. (1989) ao afirmarem que o uso da irrigação por gotejamento na melancia favorece um aumento na produtividade, em vista da facilidade do manejo das irrigações.

A evapotranspiração (ET) é o termo mais comum usado para definir a perda de vapor d'água para a atmosfera através de efeito combinado dos processos de evaporação da água das superfícies do solo e da planta e de transpiração da água pela planta (DOORENBOS; PRUITT, 1977). Portanto, para se fazer um bom manejo de irrigação em qualquer cultura, torna-se necessária a determinação da evapotranspiração. Quanto mais precisa for essa determinação, melhor será a quantificação das lâminas de irrigação.

A evapotranspiração da cultura ET_c pode ser determinada com o uso de lisímetros e por balanço hídrico no solo. Esses métodos diretos fornecem as melhores estimativas de ET_c, mas são dispendiosos, de realização demorada e de difícil execução no campo, sendo por isso utilizado apenas para calibrar os métodos teóricos ou empíricos,

restringindo-se às instituições de pesquisa, tendo assim uso muito limitado no dia a dia da irrigação prática (PERES et al., 1995). Já a evapotranspiração de referência ET_o é obtida a partir de modelos meteorológicos, teóricos empíricos, baseados na utilização de dados climáticos.

Em maio de 1990, a FAO recomendou o método Penman Monteith FAO como padrão para definição e cálculo da evapotranspiração de referência (ALLEN et al., 1998). A ET_o também pode ser estimada com sucesso pelo tanque classe A, a partir da evaporação da água no tanque e uso do coeficiente empírico do tanque.

Com a quantificação da evapotranspiração da cultura conjuntamente com o cálculo da evapotranspiração de referência, utilizando-se dados meteorológicos, são obtidos valores do coeficiente de cultivo. Esses podem então, posteriormente, ser utilizados para o manejo racional da irrigação (TEIXEIRA, 2001).

Dessa forma, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de determinar a evapotranspiração da melancia sem sementes, na região litorânea do estado do Ceará, durante suas fases fenológicas, utilizando o método do balanço hídrico em lisímetro de drenagem, além dos coeficientes de cultivo ao longo do ciclo.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no campo experimental do Laboratório de Hidráulica e Irrigação da Universidade Federal do Ceará, situado em Fortaleza (longitude 38°32' W, latitude de 3°43'S e altitude 19,5 m). O clima da região é do tipo Aw', segundo a classificação de Köppen. Corresponde a uma região climaticamente tropical chuvoso, com máximo de chuva em outono (abril). O solo é do tipo Argissolo Vermelho Amarelo, com baixa retenção de água, textura arenosa, boa drenagem e baixo teor de matéria orgânica. Os atributos físico-hídricos do solo e os parâmetros da equação de van Genuchten (1980) para a curva de retenção de água do solo nas camadas 0 – 0,20 e 0,20 – 0,40 m são apresentados na Tabela 1.

A pesquisa foi conduzida em uma área de 40 m de comprimento por 16 m de largura onde se encontram instalados quatro lisímetros de drenagem feitos de tanques de cimento amianto com área de 1,32 m² e profundidade de 0,55 m. A área dos quatro lisímetros estava circundada pelos plantios de feijão de corda e melão irrigados por sulcos e gotejamento, respectivamente. Essa área de aproximadamente 1 ha também funcionou como bordadura, pois o

Tabela - 1 - Atributos físico-hídricos do solo e parâmetros empíricos da equação de van Genuchten (1980) do solo da área experimental

Características Físicas	Camada (m)	
	0-0,20	0,20-0,40
	Granulometria (g kg ⁻¹)	
Areia	770	620
Silte	100	120
Argila	130	260
	Densidade (kg dm ⁻³)	
Solo	1,61	1,60
Sólidos	2,69	2,63
	Parâmetros de van Genuchten	
Umidade de saturação (m ³ m ⁻³)	0,394	0,313
Umidade residual (m ³ m ⁻³)	0,067	0,072
a (m ⁻¹)	0,0420	0,0329
n	1,9625	2,2852
m	0,3409	0,2443

manejo das irrigações nesses plantios permitiu que as culturas desenvolvem sem estresse hídrico

A semeadura foi feita em bandejas utilizando-se o híbrido Honey Ball sem sementes, sob ambiente protegido. Além do híbrido, semeou-se também, a cultivar Crimson Sweet para a bordadura do experimento. Essa medida foi adotada devido à necessidade de que uma planta normal (diplóide) seja plantada paralelamente à melancia sem sementes (triplóide), para que a mesma possa servir como fornecedora de grão de pólen. As mudas foram transplantadas no espaçamento de 2 m x 1 m, quando apresentavam duas folhas definitivas.

O solo foi previamente preparado, adubado e o transplante das mudas feito em linhas. A adubação de fundação foi realizada 20 dias antes do transplante, com a aplicação de 2 litros de esterco bovino curtido, 170 g de superfosfato simples e 17,5 g de cloreto de potássio, por cova. No sétimo dia após o transplante, fez-se uma adubação foliar com Niphokam (1 mL do produto para cada litro d'água).

Além da adubação foliar, foram feitas adubações de cobertura com 15,5 g de uréia por cova aos sete dias após o transplante. Após o pegamento dos primeiros frutos, foi feita uma aplicação de uréia e cloreto de potássio, na quantidade de 15,5 g e 4,5 g por cova, respectivamente; uma nova aplicação foi realizada 15 dias depois. Também foram realizadas capinas manualmente, pulverizações com

fungicidas e inseticidas. A cultura foi irrigada por um sistema localizado, do tipo gotejamento, com gotejadores espaçados de 0,5 m na linha lateral, tendo vazão média de 2,35 L h⁻¹, para uma pressão de serviço de 280 kPa. Nos lisímetros a irrigação foi realizada com o auxílio de um regador com capacidade para 10 litros d'água.

A umidade do solo foi acompanhada diariamente, no período de 14 de outubro a 13 de dezembro de 2003, através dos tensiômetros com manômetro de mercúrio instalados em cada um dos lisímetros, nas profundidades de 0,10; 0,30 e 0,45 m. As irrigações foram realizadas sempre pela manhã, logo após as leituras feitas nos tensiômetros. A lâmina de irrigação foi calculada pelo tanque classe A, sendo aplicado 100% da evaporação no tanque, diariamente. Foram realizadas três colheitas manuais aos 54; 57 e 61 dias após o transplante (DAT), tendo a produtividade total na pesquisa de 21,667 Mg ha⁻¹.

Estimativa da evapotranspiração

Estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o)

Na estimativa para os valores de evapotranspiração de referência (ET_o), foram utilizadas as leituras dos parâmetros climáticos obtidos na Estação Agrometeorológica da UFC, que se encontra a aproximadamente 50 m da área experimental. Esses parâmetros foram aplicados nas equações do método de Penman Monteith FAO (Equação 1) e do tanque classe A (Equação 2) descritas como:

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

sendo, R_n - saldo de radiação á superfície, em MJ m⁻² dia⁻¹; G - fluxo de calor no solo, em MJ m⁻² dia⁻¹; T - temperatura do ar a 2 m de altura, em °C; U₂ - velocidade do vento à altura de 2 m, em m s⁻¹; e_s - pressão de saturação do ar, em kPa; e_a - pressão de vapor atual do ar, em kPa; (e_s - e_a) déficit de pressão de vapor, em kPa; D - declividade da curva de pressão de vapor de saturação, em kPa °C⁻¹ e γ - constante psicrométrica, em kPa °C⁻¹.

$$ET_o = k_t \cdot ECA \quad (2)$$

sendo, k_t o coeficiente do tanque e ECA a evaporação média diária no tanque, em mm dia⁻¹, do período considerado. Os valores de k_t foram obtidos a partir da equação 3 (PEREIRA et al., 1997).

$$k_t = 0,482 + 0,024 \ln(F) - 0,000376U + 0,0045UR \quad (3)$$

em que, F - tamanho da bordadura, em m; U - velocidade média do vento a 2 m de altura, em km dia^{-1} e UR - umidade relativa em %.

Estimativa da evapotranspiração da cultura

A evapotranspiração da cultura foi obtida pelo método do balanço hídrico, aplicado nos quatro lisímetros de drenagem, utilizando a equação simplificada citada por Reichardt (1985), equação 4.

$$ETc = P + I - D - (\pm \Delta h) \quad (4)$$

em que, P - precipitação natural em mm; I irrigação em mm; D - drenagem profunda em mm; ETc - evapotranspiração da cultura, em mm dia^{-1} e Dh - variação de armazenagem da água do solo dentro dos lisímetros, em mm, da camada de 0 - 0,45 m para o intervalo de tempo considerado do balanço hídrico.

Determinação dos componentes do balanço hídrico

Irrigação

A partir do dia 29 de outubro, iniciou-se a aplicação de lâminas de água via irrigação, diariamente. A lâmina de irrigação correspondeu a 100% da evaporação no tanque classe A.

Drenagem profunda

A drenagem profunda foi determinada coletando-se a água drenada em recipientes plásticos de 20 litros, na câmara coletora dos lisímetros e medida em proveta de 1000 mL. Determinou-se a drenagem separadamente para cada lisímetro.

Variação da armazenagem

A variação do armazenamento (Δh) da água no solo foi determinada através da equação 5, apresentada por Reichardt (1985):

$$\Delta h = (\theta_f - \theta_i) \cdot Z \quad (5)$$

em que, θ_ϕ - umidade média no solo no dia da irrigação ($\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$); θ_i - umidade média do solo do dia da irrigação anterior ($\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$) e Z - profundidade adotada para o balanço hídrico (m).

Os valores de umidade antes e após a irrigação foram calculados nas equações de van Genuchten (1980) a

partir das tensões da água no solo nas profundidades 0,10 e 0,30 m.

Estimativa do coeficiente de cultivo (kc)

Os valores do coeficiente de cultivo (kc) nos diferentes estádios fenológicos da melancia foram obtidos utilizando-se os valores diários de ETo e ETc , onde os cálculos basearam-se na definição fundamental do coeficiente geral de cultivo dada pela equação 6, apresentada por Doorenbos e Kassam (1979):

$$Kc = \frac{ETc}{ETo} \quad (6)$$

sendo, ETc - evapotranspiração da cultura e ETo - evapotranspiração de referência, ambas em mm dia^{-1} .

Resultados e Discussão

Evapotranspiração da cultura (ETc)

Os resultados médios da evapotranspiração da cultura da melancia e dos componentes do balanço hídrico, medidos nos quatro lisímetros de drenagem, ao longo dos 61 dias de estudo, são apresentados na Tabela 2.

A lâmina total de água aplicada, através da irrigação, foi de 312,3 mm, que fora distribuída nos estádios inicial, crescimento, intermediário e final nas seguintes porcentagens 6,2; 26,4; 62,9 e 4,5% do total aplicado, respectivamente. Fazendo uma comparação deste valor com a evapotranspiração da cultura acumulada, que foi de 277 mm, neste mesmo período, observa-se que a cultura não sofreu restrição de água, tendo recebido a mais uma lâmina de 35,3 mm.

Segundo Doorenbos e Kassam (1979), a necessidade hídrica da melancia varia de 400 a 600 mm, para um ciclo total de 100 dias. A ETc acumulada de 277 mm está abaixo do valor mínimo apontado pelos autores, podendo ser explicado pela diferença na duração do ciclo das cultivares e pelas condições edafoclimáticas. Já Miranda et al. (2004) encontraram uma evapotranspiração total durante o ciclo da melancia de 267 mm, menos 10 mm em relação ao da pesquisa, também em lisímetro na região litorânea do estado do Ceará.

Com relação às perdas de água por drenagem, devido ao excesso de umidade no solo, observa-se que o valor correspondeu a 7,2% da lâmina total de irrigação. Este com-

Tabela - 2 – Componentes do balanço hídrico da cultura da melancia sem sementes nos estádios fenológicos vegetativo, floração, frutificação e maturação, no período de 14 de outubro a 13 de dezembro de 2003

Período	DAT	Estádios fenológicos	I (mm)	D (mm)	Dh (mm)	ETc mm dia ⁻¹
14 – 16/out.	2	Inicial	3,8	1,1	-1,89	1,5
17 – 21/out.	6	Inicial	9,4	2,1	-1,70	1,8
22 – 24/out.	10	Inicial	6,3	0,3	-1,21	2,4
25 – 29/out.	14	Crescimento	14,9	2,2	0,22	2,5
30/out. – 03/nov.	19	Crescimento	20,1	2,2	0,97	3,4
04 – 07/nov.	23	Crescimento	11,5	1,2	-3,27	3,4
08 – 11/nov.	27	Crescimento	20,0	2,2	2,59	3,8
12 – 15/nov.	31	Crescimento	15,8	3,2	-5,14	4,4
16 – 19/nov.	35	Intermediário	17,6	1,4	-4,57	5,2
20 – 24/nov.	40	Intermediário	34,9	0,2	-2,52	7,4
25 – 28/nov.	46	Intermediário	35,4	0,4	4,05	7,7
29/nov – 04/dez.	49	Intermediário	55,3	0,9	12,53	7,0
05 – 10/dez.	56	Intermediário	53,3	4,1	12,14	6,2
11 – 13/dez.	61	Final	14,0	1,1	1,36	3,8
			312,3	22,6		
Média						4,3

ponente do balanço hídrico deve ser considerado com muita cautela, pois se for negligenciado, seus valores serão acrescidos a evapotranspiração da cultura. Embora difícil de ser determinado, Reichardt (1985) afirma que a drenagem profunda não pode ser desprezada sem justificativa experimental.

Constata-se ainda que os valores medidos da evapotranspiração da cultura ETc variaram de acordo com o seu estágio fenológico (o que já era esperado), chegando a atingir o máximo de 7,7 mm dia⁻¹ aos 46° dias após o transplantio (DAT), no estágio intermediário. Atingindo o seu valor máximo a ETc passou a diminuir chegando a um valor de 3,8 mm dia⁻¹ aos 61° DAT, no estágio final.

Miranda et al. (2004), também na região litorânea do Ceará, obtiveram valores máximos da ETc na ordem de 7,0 mm dia⁻¹, na fase intermediária, aos 39° dias após o plantio. Isso se deve ao desenvolvimento vegetativo da cultura ter atingido o máximo e as condições favoráveis para cultura de umidade no solo e climáticas, como altas temperaturas (média, máxima e mínima de 27,5; 35,5 e 19,5 °C, respectivamente), baixa umidade do ar (média e mínima de 71,5 e 48%, respectivamente) e alta intensidade de radiação solar (média 37 MJ m⁻² dia⁻¹).

A cultura utilizou uma média de 1,9 mm dia⁻¹ para o estágio de inicial; 3,5 mm dia⁻¹ para o estágio de crescimento, 6,7 mm dia⁻¹ para o estágio intermediário (floração – frutificação) e 3,8 mm dia⁻¹ para o estágio final, obtendo-se uma média total de 4,3 mm dia⁻¹, para todo o período estudado.

Coefficiente de cultivo (kc) e evapotranspiração de referência (ETo)

Na Figura 1 apresenta-se, de forma gráfica, a variação dos coeficientes de cultivo ao longo dos 61 dias de estudo estimados pela ETc, medida no lisímetro de drenagem e da ETo estimada pelos métodos tanque classe A e Penman Monteith FAO e, na Tabela 2, encontram-se os valores médios da evapotranspiração de referência (ETo) e da cultura ETc e dos coeficientes da cultivo (kc) por estágio fenológico.

De acordo com os resultados, verifica-se que os valores de kc, para a cultura de melancia sem sementes, durante todo o seu ciclo, tiveram um aumento desde o estágio inicial até o final do estágio intermediário, atingindo o seu máximo nesse estágio e reduzindo no estágio final (Figura 1).

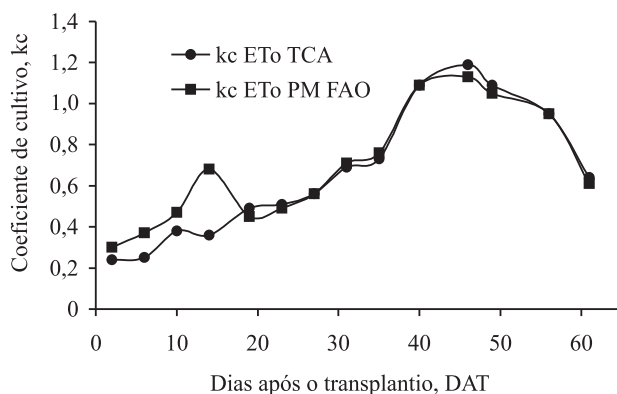


Figura 1 – Variação dos coeficientes de cultivo ao longo do desenvolvimento da melancia sem sementes, durante os dias após o transplantio

Entretanto, observou-se que os valores médios de kc obtidos foram menores aos recomendados pela FAO em

quase todos os estádios fenológicos, com exceção do estádio de frutificação que apresentou valor bem mais elevado. A FAO (1979) recomenda que os valores de kc durante o estádio inicial sejam de 0,4 – 0,5; durante o estádio de desenvolvimento 0,7 – 0,8; no estádio intermediário 0,95 – 1,05 e durante o estádio final 0,8 – 0,9 (Tabela 3).

Os valores de kc encontrados após a o estádio de floração também foram inferiores aos obtidos por Bezerra e Oliveira (1999), que pesquisando a cultivar de melancia Crimson Sweet, acharam valores de kc durante o estádio inicial de 0,32; durante o estádio de desenvolvimento 0,67; no estádio intermediário de 1,27 e durante o estádio final de 1,18.

Já Miranda et al. (2004), utilizando os valores de ETo estimados pelo método Penman Monteith obtiveram valores de kc similares ao desta pesquisa. Os valores determinados foram de 0,30; 1,15 e 0,58, para as fases inicial, intermediária e final, respectivamente.

Tabela 3 – Valores médios da evapotranspiração da cultura ETc e de referência ETo e dos coeficientes de cultivo kc da melancia sem sementes nos seus estádios fenológicos. Campus do Pici, Fortaleza, CE, 2003

Estádio	DAT	ETc mm dia ⁻¹	ETo mm dia ⁻¹		Coeficientes de cultivo, kc	
			TCA	PM	TCA	PM
Inicial	1 – 10	1,9	6,7	5,0	0,28	0,38
Crescimento	11 – 32	3,5	6,8	6,7	0,51	0,52
Intermediário	33 – 56	6,7	6,6	6,8	1,01	0,98
Final	57 – 61	3,8	6,2	6,4	0,61	0,59

DAT – dias após o transplantio; TCA – tanque Classe A; PM – Penman Monteith

Conclusões

- Os valores máximos da evapotranspiração da melancia sem sementes ocorreram no estádio de frutificação e os mínimos no estádio vegetativo nas condições edafoclimáticas de Fortaleza;
- Os valores dos coeficientes de cultivo (kc) da melancia sem sementes foram bem inferiores aos indicados pela FAO; e
- Considerando o método de Penman Monteith como padrão na estimativa da ETo, os valores de kc sugeridos para a melancia sem sementes irrigada por gotejamento,

nas condições edafoclimáticas de Fortaleza, são 0,38, 0,52; 0,98 e 0,58, para os estádios inicial, vegetativo, intermediário e final, respectivamente.

Referências

- ALLEN, R.G.; et al. **Crop evapotranspiration**. Rome: FAO, 1998. 300p. (FAO Irrigation and Drainage Paper).
- BEZERRA, F. M. L.; OLIVEIRA, C. H. C. Evapotranspiração máxima e coeficientes de cultura nos estádios fenológicos da melancia irrigada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 03, n. 02, p. 173–177, 1999.

- 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. 03, 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).
- MIRANDA, F. R. de; OLIVEIRA, J. J. G.; SOUZA, F. de Evapotranspiração máxima e coeficientes de cultivo para a cultura da melancia irrigada por gotejamento. **Revista Ciência Agromônica**, Fortaleza, v. 35, n. 01, p. 36-43, 2004.
- PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapotranspiração**. Piracicaba, FEALQ, 1997. 183p.
- PERES, J. G.; PEREIRA, A. R.; FRIZZONE, J. A. Avaliação do modelo de Penman – Monteith para estimativa da evapotranspiração de referência padronizada pela FAO. **Engenharia Rural**, Piracicaba, FEALQ, v. 06, n. 01, p. 53-64, 1995.
- REICHARDT, K. **Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera**. Campinas, Fundação Cargill, 1985. 445p.
- SRINIVAS, K.; HEDEGE, D. M. ; HAVANAGI, G. V. Irrigation studies on watermelon (*Citrullus lanatus*, (Thamb) Matsum et Nakai). **Irrigation science**, Heidelberg, v. 10, p. 293 – 301, 1989.
- TEIXEIRA, A. H. de C. Uso de estações meteorológicas automáticas no manejo de irrigação de fruteiras. **ITEM – Irrigação & Tecnologia Moderna**, Brasília, n. 51, p. 22 – 26. 2001.
- Van GENUCHTEN, M. Th. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v. 44, p. 892-898, 1980.