

EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA VIDEIRA EM SANTA TERESA, ES: COEFICIENTE DE CULTURA “ÚNICO” PADRÃO BOLETIM FAO 56

Cristiani Campos Martins Busato

Possui Graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Espírito Santo (2004), Mestrado (2007) e Doutorado (2010) em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa, área de concentração Recursos Hídricos e Ambientais. Atualmente é Engenheira Agrônoma do Instituto Federal do Espírito Santo - IFES, Campus Itapina. *cristianicmartins@yahoo.com.br*

Camilo Busato

CCA-UFES E-mail *camilobusato@yahoo.com.br*

Resumo: A evapotranspiração da cultura da uva de mesa BRS Clara foi estimada em função do coeficiente de cultura “único”, recomendado pelo Boletim da FAO 56 para um ciclo de cultivo no município de Santa Teresa, ES. O início do ciclo foi considerado o dia 15 de março, data em que foi realizada a poda. O final do ciclo, representado pela colheita, foi o dia 16 de junho de 2008. Correções do Kc tabelado foram feitas para as condições climáticas locais em cada estágio de desenvolvimento da cultura. Em relação ao valor tabelado, com exceção do Kc corrigido para o final do ciclo, que não apresentou diferença, o Kc para o estágio inicial foi 33% maior, enquanto o Kc intermediário apresentou-se menor. A evapotranspiração da cultura acumulada durante todo o período de cultivo foi de aproximadamente 187,79 mm.

Palavras-chave: necessidade de água, uva, manejo da irrigação

EVAPOTRANSPIRATION OF THEM VINE SANTA TERESA, ES: COEFFICIENT OF CULTURE "SIMPLE" STANDARD FAO 56 BULLETIN

Abstract: The crop evapotranspiration of the culture of the grapevine was estimated in function of "simple" crop coefficient (Kc) recommended in the FAO 56 bulletin for a cultivation cycle in the municipal district of Santa Teresa, ES. The beginning of the cycle was considered March 15, it dates from the pruning. The end of the cycle, defined for the crop, it was June 16, 2008. Corrections of Kc were made for the local climatic conditions in each stage of development of the culture. Except for Kc corrected for the end of the cycle, that didn't present difference in relation to the value suggested by the bulletin FAO 56, the Kc to the initial stadium was 33% larger than the fixed value, while Kc intermediate was smaller. The evapotranspiration of the accumulated culture during the whole cultivation period was of approximately 187,79 mm.

Key words: need of water, grape, irrigation management

INTRODUÇÃO

O cultivo de uva fina de mesa tem sido uma alternativa de diversificação à atividade agrícola do município de Santa Teresa, ES, contribuindo economicamente para um novo perfil da região. Mas, mesmo encontrando condições climáticas favoráveis, o suprimento de água através da irrigação é essencial a essa cultura, pois possibilita a obtenção de uvas de melhor qualidade, desde que práticas de manejo sejam adotadas.

O consumo de água de um parreiral é uma função complexa dos balanços de água do solo e de energia da superfície cultivada (HEILMAN et al., 1994). Doorenbos & Kassam (1979) afirmaram que, de maneira geral, os requerimentos de água da videira variam de 500 a 1200 mm, dependendo do clima, do solo, da variedade e do manejo cultural.

Dentre as abordagens disponíveis para a estimativa do consumo de água pelas plantas, se destaca o uso de

coeficientes de cultura (Kc) associados a estimativas da evapotranspiração de referência (ET₀). A evapotranspiração de qualquer cultura é uma das principais informações necessárias para o manejo racional da irrigação e para fins de planejamento do uso da água (CARVALHO et al., 2007; MENDONÇA et al., 2007).

A evapotranspiração da cultura sob condições padrão, denominada ET_c, é a evapotranspiração da cultura livre de doença, bem-fertilizada, plantada em extensas áreas, sob condições de umidade do solo ótimas e alcançando produção máxima sob determinadas condições climáticas. A quantidade de água exigida para compensar a perda por evapotranspiração no campo cultivado é definida como exigência de água da cultura (ALLEN et al., 1998).

Para estimar a evapotranspiração da cultura (ET_c), recomenda-se primeiro estimar a evapotranspiração de referência (ET₀), com base em dados meteorológicos ou tanques de evaporação e em seguida considerar os fatores que limitam as condições potenciais (SMITH, 1991).

A razão entre a evapotranspiração da cultura e a evapotranspiração de referência origina os coeficientes de cultura, que dependem do estágio de desenvolvimento da cultura, do sistema de irrigação, da configuração de plantio e das condições meteorológicas reinantes. Segundo Oliveira et al. (2010) o coeficiente de cultura relata o desenvolvimento fenológico e fisiológico de uma cultura particular em relação à evapotranspiração de referência e também representa o uso de água de uma cultura específica, necessário tanto para o dimensionamento de sistemas quanto para o manejo da irrigação.

Sendo a estimativa correta da ET_0 e do K_c um passo importante para o manejo racional da irrigação, pesquisadores e usuários comumente se utilizam de valores médios de K_c disponibilizados pela Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO, em seu Irrigation and Drainage Paper n.56 (FAO 56) (ALLEN et al., 1998). Duas formas para a determinação de K_c são apresentadas no Boletim FAO 56, a forma linear, denominada de “único” e a “dual”. A abordagem “único” é indicada para dimensionamento de projetos e no manejo de sistemas de irrigação de baixa frequência, onde os efeitos da umidade do solo são relevantes (LYRA, et al., 2007).

Segundo Medeiros et al. (2004) o K_c é um parâmetro relacionado aos fatores ambientais e fisiológicos das plantas devendo, preferencialmente, ser determinado para as condições locais nas quais será utilizado; todavia, sua determinação sob condições de campo exige um grande esforço de pessoal técnico, equipamentos e custos, em virtude da quantidade de informações, controles e monitoramentos necessários ao balanço hídrico em uma área irrigada.

Os coeficientes de cultura (K_c) encontrados na literatura, em sua grande maioria, vêm de regiões onde as condições climáticas são diferentes das encontradas no município de Santa Teresa. Assim, o objetivo deste trabalho foi descrever um procedimento de cálculo para a determinação da ET_c para a cultura da videira, estimada em função do coeficiente de cultura “único”, recomendado pelo Boletim da FAO 56 corrigido para as condições climáticas de Santa Teresa, ES.

MATERIAL E MÉTODOS

A evapotranspiração da cultura da uva de mesa BRS Clara foi estimada em função do coeficiente de cultura “único”, recomendado pelo Boletim da FAO 56 (ALLEN et al., 1998) para um ciclo de cultivo no município de Santa Teresa, ES. O início do ciclo foi considerado o dia 15 de março, data em que foi realizada a poda. O final do ciclo, representado pela colheita, foi o dia 16 de junho de 2008.

A ET_c diária (mm dia^{-1}) foi calculada de acordo com a Equação 1:

$$ET_c = K_c ET_0 \quad (1)$$

onde:

ET_c = evapotranspiração da cultura (mm d^{-1}),
 K_c = coeficiente de cultura (adimensional),
 ET_0 = evapotranspiração da cultura de referência (mm d^{-1}).

Os elementos climáticos necessários para o cálculo da evapotranspiração de referência (ET_0) foram coletados de uma estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada no município de Santa Teresa, ES (19°98' de latitude sul, 40°57' de longitude oeste e altitude de 655 m). Foram utilizados os dados de temperatura máxima e mínima ($^{\circ}\text{C}$) e velocidade do vento (m s^{-1}) a 2 m de altura.

Elaborou-se uma planilha no Excel, utilizando-se o modelo de Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998) apresentado no Boletim da FAO 56, parametrizada para a cultura hipotética, de acordo com a Equação 2:

$$ET_0 = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34u_2)} \quad (2)$$

onde:

ET_0 = evapotranspiração de referência (mm d^{-1});
 R_n = saldo de radiação ($\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$);
 G = fluxo de calor no solo ($\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$);
 T = temperatura média diária ($^{\circ}\text{C}$);
 u_2 = média diária da velocidade do vento a 2 m de altura (m s^{-1});
 e_s = pressão de saturação de vapor (kPa);
 e_a = pressão atual de vapor (kPa);
 $e_s - e_a$ = déficit de pressão de vapor (kPa);
 Δ = declividade da curva de pressão de vapor ($\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$);
 γ = constante psicrométrica ($\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$).

O valor da Pressão atmosférica (P) foi obtido pela Equação 3 e substituído na Equação 4, de acordo com o Boletim da FAO 56, sendo Z a altitude do local, para Santa Teresa, $Z = 655 \text{ m}$.

$$P = 101,3 \left(\frac{293 - 0,0065Z}{293} \right)^{\gamma} \gamma = \frac{C_p \cdot P}{\epsilon \cdot \lambda} \rightarrow 0,665 \times 10^{-4} \quad (3) \quad (4)$$

Para o cálculo da pressão atual de vapor (e_a , kPa), utilizou-se a Equação 5. Foi considerado a temperatura no ponto de orvalho como: ($T_{edw} = T_{\text{mín}} - 2$). Assim, a pressão de saturação de vapor (kPa) foi obtida por meio da Equação 6.

$$e_a = e^{\circ}(T_{dew}) = 0,6108 \exp \left[\frac{17,27T_{dew}}{T_{dew} + 237,3} \right] \quad (5)$$

$$e_s = \frac{e^{\circ}(T_{max}) + e^{\circ}(T_{min})}{2} \quad (6)$$

$$e^{\circ}(T_{Max}) = 0,6108 \exp \left[\frac{17,27T_{Max}}{T_{Max} + 237,3} \right]$$

Para estimar $e^{\circ}(T_{Max})$ e $e^{\circ}(T_{Min})$, substitui-se os valores de temperatura máxima e mínima na Equação 7, como segue:

$$e^{\circ}(T_{Min}) = 0,6108 \exp \left[\frac{17,27T_{Min}}{T_{Min} + 237,3} \right] \quad (7)$$

Foram realizados cálculos diários de ET0 dos dias 15 de março a 16 de junho de 2008, obtendo-se os valores (J) do número do dia do ano entre 1° de janeiro e 31 de dezembro. Assim, foi calculado o inverso da distância

$$dr = 1 + 0,033 \cos \left(\frac{2\pi}{365} \times J \right) \quad (8)$$

relativa Terra-Sol (dr) e a declinação solar (δ), pelas Equações 8 e 9:

$$\delta = 0,409 \sin \left(\frac{2\pi}{365} J - 1,39 \right) \quad (9)$$

Com os valores de δ e da latitude do local, em rad, foi determinado o ângulo horário do pôr-do-sol (w_s) pela Equação 10:

$$w_s = \arccos[-\tan(\varphi) \tan(\delta)] \quad (10)$$

Considerando a constante solar (G_{sc}) igual a $0,082 \text{ MJ m}^{-2} \text{ min}^{-1}$, a radiação extraterrestre (R_a , $\text{MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$) foi obtida pela Equação 11:

$$R_a = \frac{24(60)}{\pi} G_{sc} d_r [w_s \sin(\varphi) \sin(\delta) + \cos(\varphi) \cos(\delta) \sin(w_s)] \quad (11)$$

Em seguida, foi determinado o valor da radiação de onda curta (R_s) com os dados de temperatura máxima e mínima, utilizando a Equação 12, sendo adotado um coeficiente de ajuste igual a 0,16. O valor encontrado foi substituído na Equação 13, para o cálculo da radiação de onda curta líquida ou solar líquida (R_{ns}).

$$R_s = k_{RS} \sqrt{(T_{max} - T_{min})} R_a \quad R_{ns} = (1 - \alpha) R_s \quad (12)$$

A radiação de onda longa líquida (R_{nl}) foi determinada pela Equação 14, transformando-se os valores de temperatura para graus Kelvin: $T(K) = T(^{\circ}\text{C}) + 273,16$.

$$R_{nl} = \sigma \left[\frac{T_{max}^4 + T_{min}^4}{2} \right] \left(0,34 - 0,14 \sqrt{e_a} \right) \left(1,35 \frac{R_s}{R_{so}} - 0,35 \right) \quad (14)$$

A radiação líquida (R_n) é a diferença entre a radiação de onda curta líquida (R_{ns}) e a radiação de onda longa líquida (R_{nl}), calculada pela Equação 15:

$$R_n = R_{ns} - R_{nl} \quad (15)$$

No cálculo da ET0 diária, considerou-se o valor do fluxo de calor no solo aproximadamente igual a zero, logo: $G \cong 0$.

Após o cálculo de todos os parâmetros necessários, calcularam-se os valores de ET0 pela equação 1, de acordo com as recomendações do Boletim da FAO 56.

O Boletim da FAO 56 divide o desenvolvimento da cultura em quatro diferentes estádios: inicial, crescimento, intermediário e final. Os comprimentos médios dos estádios para a videira também estão citados neste boletim (LYRA, et al., 2007), sendo apontado um ciclo de 180 dias. Porém, recomenda-se que sejam definidos valores locais. Assim, foram utilizados valores aproximados de

comprimentos dos estádios, observados na região de cultivo (Tabela 1), uma vez que foi verificado um ciclo total de 94 dias para a uva BRS Clara no município de Santa Teresa, ES.

Tabela 1 – Comprimentos aproximados dos estádios fenológicos da videira BRS Clara, cultivada em Santa Teresa, ES

PERÍODO	Dia/Mês	NÚMERO DE DIAS
<i>Inicial</i>	15 a 25 de março	11
<i>Desenvolvimento</i>	26 de março a 15 de abril	21
<i>Médio</i>	16 de abril a 5 de junho	51
<i>Final</i>	6 a 16 de junho	11

O valor médio padrão de Kc da uva de mesa para o estádio inicial (Kc_{ini}), intermediário (Kc_{int}) e final (Kc_{fim}) para um clima sub-úmido, com média de UR min de 45% e velocidade do vento média (u₂) de calma a moderada (2 m s⁻¹) são tabelados no Boletim da FAO 56 (LYRA et al., 2007), sendo 0,30; 0,85 e 0,45, respectivamente.

De posse destes valores e da duração dos estádios de desenvolvimento da videira no município de Santa Teresa,

foram realizadas as correções para as condições climáticas locais e construída a curva do Kc.

Para a correção do Kc_{ini} tabelado utilizou-se o método gráfico proposto pelo Boletim FAO 56, em função dos dados observados no estágio inicial do ciclo. Onde as lâminas de infiltração médias estão entre 10 e 40 mm, o valor do Kc_{ini} pode ser estimado de acordo com a Equação 16:

$$K_{c\ ini} = K_{c\ ini(Fig29)} + \frac{(I - 10)}{(40 - 10)} [K_{c\ ini(Fig30)} - K_{c\ ini(Fig29)}] \quad (16)$$

onde:

Kc_{ini} (Fig.29) = valor de Kc_{ini} obtido na Figura 29 do Boletim FAO 56;

Kc_{ini} (Fig.30) = valor de Kc_{ini} obtido na Figura 30 do Boletim FAO 56;

I = lâmina de infiltração média (mm).

Para climas onde RH_{min} difere de 45% ou onde u₂ são maiores ou menores que 2,0 m s⁻¹, os valores de Kc_{int} e Kc_{final} são ajustados pelas Equações 17 e 18:

$$K_{c\ mid} = K_{c\ mid(Tab)} + [0.04(u_2 - 2) - 0.004(RH_{min} - 45)] \left(\frac{h}{3}\right)^{0.3} \quad (17)$$

onde:

Kc_{mid} (Tab) = valor do Kc intermediário (médio) obtido da Tabela 12 do Boletim FAO 56;

u₂ = valor médio para velocidade do vento diário a 2 m de altura, determinado sobre a grama durante o estádio intermediário (m s⁻¹), para 1 m s⁻¹ ≤ u₂ ≤ 6 m s⁻¹;

RH_{min} = valor médio diário mínimo da umidade relativa durante o estádio intermediário (%) para 20% ≤ RH_{min} ≤ 80%;

h = altura média da planta durante o estádio intermediário (m) para 0,1 m < h < 10 m.

$$K_{c\ end} = K_{c\ end(Tab)} + [0.04(u_2 - 2) - 0.004(RH_{min} - 45)] \left(\frac{h}{3}\right)^{0.3} \quad (18)$$

onde:

Kc_{end} (Tab) = valor para Kc final fornecido pela Tabela 12 do Boletim FAO 56;

u₂ = valor médio diário para velocidade do vento medido a 2 m de altura sobre a grama durante a última fase do estádio de crescimento (m s⁻¹), para 1 m s⁻¹ ≤ u₂ ≤ 6 m s⁻¹;

RH_{min} = valor médio da umidade relativa mínima diária durante a última fase do estádio de crescimento (%), para 20% ≤ RH_{min} ≤ 80%;

h = altura média da planta durante a última fase do estádio de crescimento (m), para 0,1 m ≤ h ≤ 10 m.

Durante os estádios de desenvolvimento e final da cultura, o Kc varia linearmente entre o Kc do final do estádio anterior e o Kc no começo do próximo estádio. Assim, a curva de Kc foi construída interpolando-se os coeficientes corrigidos para os três estádios em função dos comprimentos dos respectivos estádios de desenvolvimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o município de Santa Teresa, o estádio inicial de crescimento da videira ocorreu no mês de março, onde a ET0 média registrada foi de 3,3 mm d⁻¹. A lâmina líquida de irrigação foi de aproximadamente 25 mm e a

porcentagem da área molhada foi de 40%. Assim, o valor de $K_{c\ ini}$ encontrado para a videira BRS Clara, cultivada em Santa Teresa foi de 0,40. Observa-se que o valor do $K_{c\ ini}$ encontrado para este ciclo de cultivo da variedade de uva BRS Clara foi maior que o valor tabelado pelo Boletim da FAO 56. A diferença em relação ao valor tabelado deve-se ao tamanho da cultura, tipo de solo e ao fato da ET_c durante o estágio inicial ser predominantemente na forma de evaporação direta da água do solo, que no caso na videira, é a fase onde realizou-se a poda e a cultura encontrava-se com poucas folhas, em fase de brotação. Os valores de k_c obtidos são válidos para a irrigação localizada.

Segundo Allen et al. (1998) em climas áridos e condições de maior velocidade do vento os valores do $K_{c\ int}$ serão mais altos. Em climas mais úmidos e condições de velocidade do vento mais baixa os valores de $K_{c\ int}$ serão mais baixos.

De acordo com o Boletim FAO 56 o valor para $K_{c\ int}$ é de 0,85 para a uva de mesa. Usando a Equação 17, para Santa Teresa, onde se observou para o período de 16 de abril a 5 de junho, velocidade média do vento de aproximadamente $2,27\ m\ s^{-1}$ e umidade relativa mínima de 55%, o valor encontrado para o $K_{c\ int}$ foi de 0,82. Nesta fase, o K_c é mais influenciado pela altura e área foliar da cultura e sofre efeito das condições de umidade relativa e

velocidade do vento. O valor de $K_{c\ int}$ de 0,82 está próximo do correspondente tabelado no Boletim FAO 56, pois a altura da cultura utilizada na correção foi a mesma indicada pelo referido boletim.

Segundo Allen et al. (1998), o valor dado para o $K_{c\ final}$ reflete a influência da cultura, manejo de água e práticas culturais particulares. Se a cultura é frequentemente irrigada até ser colhida fresca, a camada superficial do solo permanece úmida e o valor do $K_{c\ final}$ será relativamente alto. Por outro lado, culturas que recebem irrigação menos frequente ou nenhuma irrigação no estágio final e senescem e secam no campo, a superfície do solo e a vegetação estarão secas e o valor para o $K_{c\ final}$ será relativamente pequeno.

Como a Equação 18 somente é aplicada quando o valor tabelado para o $K_{c\ final}$ for maior que 0,45 e para a videira, o $K_{c\ final}$ (Tab) = 0,45, nenhum ajuste foi feito.

Na Tabela 2, estão apresentados os valores ajustados de K_c “único” para uva de mesa BRS Clara cultivada em Santa Teresa, ES. Observa-se que os valores de K_c tabelados pela FAO concordam com os valores obtidos pelo ajustamento local, propostos por Allen et al. (1998). A partir dos valores de K_c ajustados e da duração dos estádios, foi construída a curva de K_c para todo o ciclo da videira, em Santa Teresa, observada na Figura 1.

Tabela 2 – Valores de K_c único para uva de mesa, ajustados de acordo com a recomendação do Boletim FAO 56

$K_{c\ ini}$	0,40
$K_{c\ int}$	0,82
$K_{c\ fim}$	0,45

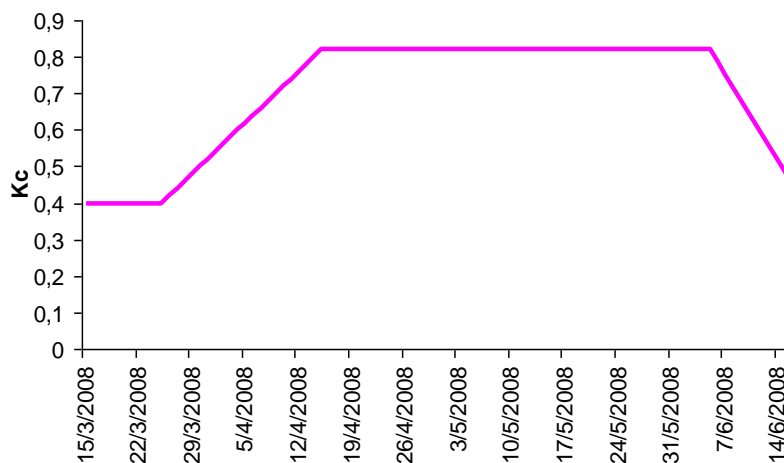


Figura 1. Curva de coeficiente de cultura (K_c “único”), para todo o ciclo da videira, em Santa Teresa, ES

A evapotranspiração da cultura acumulada durante todo o período de cultivo (94 dias) foi de aproximadamente 187,79 mm. Na Figura 2 estão

apresentados os valores diários de ET_c para a cultura da uva BRS Clara, em Santa Teresa, em função do coeficiente de cultura único.

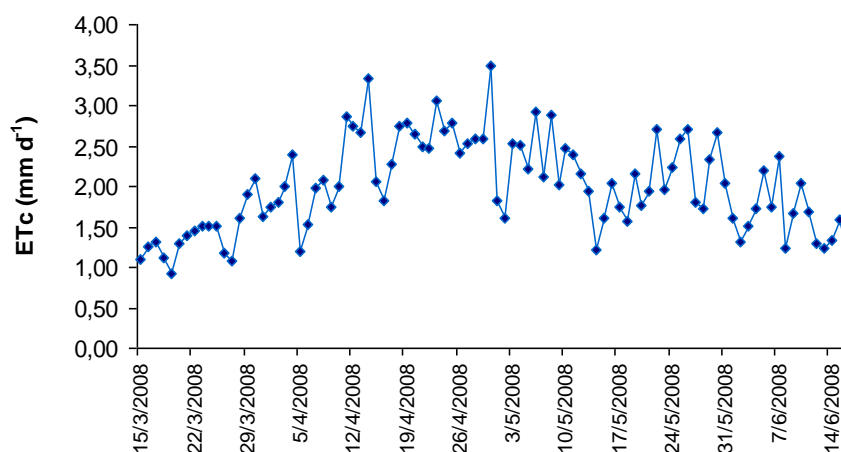


Figura 2. Valores diários de ETc para a cultura da Uva BRS Clara, em Santa Teresa, ES, em função do coeficiente de cultura único (Kc "único")

Teixeira et al. (1999) determinaram a evapotranspiração de referência (ET_o), a evapotranspiração da cultura (ET_c) e K_c da uva, em todas as fases do ciclo produtivo, no período de 03/06 a 11/09/1994, em Petrolina, PE. A ET_c acumulada foi 503 mm, com valor médio de 4,2 mm d⁻¹ e variação diária de 2,8 a 7,0 mm. Os valores de K_c variaram de 0,65 a 1,15. Na fase final de maturação o consumo de água da videira diminui (TEIXEIRA & AZEVEDO, 1996).

Assim, várias pesquisas têm demonstrado que a ET_c não pode ser simplesmente estabelecida para todas as situações climáticas com um simples valor de K_c. Os coeficientes de cultura devem ser determinados para cada estágio de desenvolvimento, pois a utilização de valores obtidos de outras regiões pode gerar erros consideráveis na estimativa do consumo de água da cultura (SOUZA et al., 2005). Os valores corrigidos no presente trabalho servem de referência para o manejo da irrigação na região estudada.

CONCLUSÕES

- Os valores de coeficiente de cultura único tabelados no Boletim FAO 56 devem ser corrigidos para as condições climáticas locais, antes de sua aplicação no campo, principalmente no estágio inicial.
- Os valores do K_{c ini}, K_{c int} e K_{c fim} ajustados para a região de Santa Teresa, ES foram de 0,40; 0,82 e 0,45, respectivamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300p. Irrigation and Drainage, n.56.
- CARVALHO, L.C.C.; BEZERRA, F.M.L. CARVALHO, M.A.R. Evapotranspiração e coeficientes de cultivo da melancia sem sementes. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.39, n.1, p.53-59, 2007.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Yield response to water**. Rome: FAO, 1979, 193p. Irrigation and Drainage Paper 33.
- HEILMAN, J. L.; McINNES, K. J.; SAVAGE, M. J.; GESH, R. W.; LASCANO, R. J. Soil and canopy energy balances in a west Texas vineyard. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v, 71, p. 99-114, 1994.
- LYRA, G.B.; SEDIYAMA, G.C.; LYRA, G.B; PEREIRA, A.R.; SOUZA, E.F. Evapotranspiração da cultura de cana-de-açúcar na região de tabuleiros costeiros do estado de Alagoas: coeficiente da cultura "Único" padrão boletim FAO-56. **STAB - Açúcar, Alcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.25, n.4, p.40-43, 2007.
- MEDEIROS, G.A.; ARRUDA, F.B.; SAKAI, E. Relações entre o coeficiente de cultura e cobertura vegetal do feijoeiro: erros envolvidos e análises para diferentes intervalos de tempo. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.26, n.4, p.513-519, 2004.
- MENDONÇA, J.C.; SOUSA, E.F.; BERNARDO, S.; SUGAWARA, M.T.; PEÇANHA, A.L.; GOTTARDO, R.D. Determinação do coeficiente cultural (K_c) do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), em Campos dos Goytacazes, RJ. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.5, p.471-475, 2007.
- OLIVEIRA, G.M.; LEITÃO, M.M.V.B.R; ALMEIDA, A.C. Determinação da evapotranspiração e dos coeficientes de cultura para as diferentes fases de desenvolvimento do melão (*Cucumis melo* L.) na Região

Norte da Bahia. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.5, n.2, p.142-151, 2010.

SMITH, M. **Report on the expert consultation on revision of FAO methodologies for crop water requirements**. Rome: FAO. 1991. 45p.

SOUZA, M.S.M.; BIZERRA, F.M.L.; TEÓFILO, E.M. Coeficientes de cultura do feijão caupi na Região Litorânea do Ceará. **Irriga**, Botucatu, v.10, n.3, p.241-248, 2005.

TEIXEIRA, A.H.; AZEVEDO, P.V. Zoneamento agroclimático para a videira européia no Estado de Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.4, n.1, p.137-141, 1996.

TEIXEIRA, A.H.; AZEVEDO, P.V.; SILVA, B.B.; SOARES, J.M. Consumo hídrico e coeficiente de cultura da videira na região de Petrolina, PE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.3, n.3, p.413-416, 1999.

Recebido em 22 02 2011

Aceito em 10 12 2011