

COEFICIENTE DE CULTURA (Kc) PARA VIDEIRA COM E SEM COBERTURA VEGETAL NO SOLO

MARCO ANTÔNIO FONSECA CONCEIÇÃO¹; REGINALDO TEODORO DE SOUZA²; JÉSSICA DE JESUS SOUSA ZEOLI³; MARCOS VINICIUS BOGAS DE PAULA³

¹Pesquisador, Embrapa Uva e Vinho - Estação Experimental de Viticultura Tropical (EEVT), Caixa Postal 241, CEP 15700-971, Jales, SP. E-mail: marcoafc@cnpuv.embrapa.br

²Pesquisador, Embrapa Uva e Vinho – EEVT – Jales, SP.

³Estudante de Graduação, Faculdade de Tecnologia de Jales (FATEC), Bolsista PIBIC/CNPq, Jales, SP.

1 RESUMO

A região noroeste de São Paulo é uma das principais produtoras de uvas de mesa do estado, sendo a 'Niágara Rosada' (*Vitis labrusca*) uma das cultivares que tem sido mais adotadas pelos produtores locais. Todos os vinhedos da região são irrigados, sendo que para o manejo correto da água faz-se necessária a estimativa da demanda hídrica do vinhedo. Essa estimativa é realizada, normalmente, multiplicando-se a evapotranspiração de referência diária (ET_o) pelos coeficientes da cultura (K_c). Diversas variáveis afetam os valores de K_c como o estágio fenológico, o sistema de condução e a cobertura vegetal do solo, entre outras. O objetivo do presente trabalho foi determinar os valores do coeficiente de cultura (K_c) para videiras com e sem a presença de cobertura vegetal no solo. O experimento foi realizado no município de Jales, SP, de junho a outubro 2010. As plantas de 'Niágara Rosada' (*Vitis labrusca*), sobre porta-enxerto IAC-572, foram cultivadas em condições de campo, conduzidas no sistema latada cobertas com tela plástica que apresenta sombreamento de 18% e irrigadas por microaspersão. Dois tratamentos foram avaliados: sem cobertura vegetal, mantendo-se o solo permanentemente capinado; e com cobertura vegetal, deixando-se a vegetação espontânea se desenvolver. Os valores de K_c foram obtidos nos diferentes estádios fenológicos da cultura, por meio do balanço hídrico no solo. Em geral, os valores de K_c sem cobertura vegetal (K_cS) apresentaram comportamento semelhante aos obtidos nas áreas com cobertura (K_cC), sendo que a maior diferença ocorreu no período de desenvolvimento inicial dos ramos. Durante o ciclo da cultura, os valores de K_cS variaram entre 0,32 e 0,86, com média igual a 0,53, enquanto que os valores de K_cC variaram de 0,23 a 0,93, com média igual a 0,58.

Palavras-Chave: *Vitis labrusca*, viticultura, irrigação

CONCEIÇÃO, M. A. F.; de SOUZA, R. T.; ZEOLI, J. de J. S; de PAULA, M. V. B.
GRAPEVINE CROP COEFFICIENT (K_c) UNDER
TWO GROUND COVER CONDITIONS

2 ABSTRACT

The northwestern region of São Paulo is one of the leading table grape producers of the state, being the 'Niagara Rosada' (*Vitis labrusca*) one of the cultivars that have been adopted by most local producers. All vineyards in the region are irrigated, and for the correct management of water it is necessary to estimate the water demand of the vineyard. This

estimation is made usually by multiplying the daily reference evapotranspiration (ET_o) by crop coefficients (K_c). Several variables affect the K_c values as the developmental stage, the conduction system and the ground cover crop. The objective of this study was to determine the crop coefficient (K_c) values for grapevines with and without cover crops. The experiment was conducted in Jales, SP, from June to October 2010. The ‘Red Niagara’ (*Vitis labrusca*) plants on IAC-572 rootstock were grown under field conditions, conducted in a overhead trellis system, covered with plastic screen with 18% shading and irrigated by microsprinklers. Two treatments were evaluated: no cover crops, keeping the soil constantly weeded; and with cover crops, leaving the natural vegetation development. The K_c values were obtained in different phenological stages by the soil water balance method. In general, the K_c values without cover crops (K_{cS}) behaved similarly to those obtained in the coverage areas (K_{cC}), with the largest difference occurring in the initial development of the branches. During the grapevine cycle, K_{cS} values ranged from 0.32 to 0.86, with an average of 0.53, while the K_{cC} values ranged from 0.23 to 0.93, with an average of 0.58.

Keywords: *Vitis labrusca*, viticulture, irrigation

3 INTRODUÇÃO

A região noroeste de São Paulo é uma das principais produtoras de uvas de mesa do estado, sendo a ‘Niágara Rosada’ (*Vitis labrusca*) uma das cultivares que tem sido mais adotadas pelos produtores locais (Costa et al., 2011). Essa região, assim como outras áreas vitícolas tropicais, apresenta déficit hídrico prolongado durante o ciclo da cultura, o que requer o emprego da irrigação (Conceição & Marin, 2009). Para o manejo correto da água, faz-se necessária a estimativa da demanda hídrica do vinhedo. Essa estimativa é realizada, normalmente, multiplicando-se a evapotranspiração de referência diária (ET_o) pelos coeficientes da cultura (K_c). Os valores de ET_o refletem a influência dos efeitos climáticos sobre o processo de evapotranspiração, enquanto que os valores de K_c respondem pelas variáveis relacionadas à cultura (Allen et al., 1998; Pereira et al., 2010).

De acordo com Doorenbos & Kassam (1979), os valores de K_c variam de 0,35 a 0,70, sob condições de alta umidade relativa do ar (UR) e baixas velocidades de vento (V), e de 0,55 a 0,90 sob baixa UR e altos valores de V. O sistema de condução é um dos principais fatores a influenciaram os valores de K_c, uma vez que ele afeta diretamente a área foliar exposta à incidência da radiação solar. Em um trabalho com lisímetros na Califórnia, EUA, Williams & Ayars (2005) observaram que a mesma planta, que estava sendo conduzida verticalmente em um sistema do tipo espaldeira, apresentou um aumento no valor de K_c de 0,98 para 1,30 quando os seus ramos foram posicionados horizontalmente em um sistema de condução do tipo latada. Dragoni et al. (2006) também verificaram que para a cultivar ‘Concord’ (*Vitis labrusca*) os valores de K_c foram maiores para as videiras conduzidas no sistema GDC (Geneva Double Curtain), que apresenta maior exposição foliar, em relação ao sistema de espaldeira simples.

Os valores de K_c também são influenciados pelo método de irrigação empregado, uma vez que esse método afeta a porcentagem da área de solo umedecida e, conseqüentemente, a evaporação da água no solo (Pereira et al., 2010). Ávila Netto et al. (2000) registraram para a cultivar ‘Itália’ conduzida em latada e irrigada por gotejamento, nas condições do Submédio São Francisco, valores de K_c entre 0,50 e 0,74, com um valor médio igual a 0,65. Por outro lado, Teixeira et al. (1999) encontraram, na mesma localidade e, também, para a cultivar

‘Itália’ só que irrigada por microaspersão, valores de Kc variando entre 0,56 e 1,15, quando se estimou ETo pelo modelo de Penman-Monteith; e entre 0,52 e 1,24, quando ETo foi estimada pelo Tanque Classe A. O efeito do método de estimativa da ETo sobre a determinação dos valores de Kc também foi verificado por Teixeira et al. (2003) com a cultivar ‘Superior Seedless’, na mesma região, onde observou-se que esses valores foram de 0,55 a 1,00 e de 0,52 a 0,86, com respectivas médias de 0,86 e 0,81, de acordo com o método de estimativa ETo empregado. Também para a região do Submédio São Francisco, Teixeira et al. (2012) recomendaram valores aproximados de Kc entre 0,75 e 0,95 e entre 0,65 e 0,90, respectivamente, para as cultivares ‘Sugraone’ e ‘Itália’, sendo que os autores estabeleceram, para as duas cultivares funções quadráticas para a estimativa diária de Kc em função do número de graus-dia acumulados (GDA).

Williams et al. (2003) registraram na Califórnia, EUA, valores máximos de Kc para a cultivar ‘Thompson Seedless’, irrigada por gotejamento, entre 0,98 e 1,08 de acordo com o ano de produção. Para a mesma cultivar, sob as condições do Chile, Selles et al., (2011) observaram que o Kc apresentou valor inferior a 0,20 antes da brotação, chegando a alcançar um valor de 1,30 pouco antes do início da maturação. Valores semelhantes aos obtidos por Selles et al. (2011) também foram registrados em Israel por Netzer et al. (2009), para a cultivar ‘Superior Seedless’. Já para a cultivar de uva rústica para mesa ‘Niágara Rosada’ (*Vitis labrusca*), conduzida em latada, coberta com tela plástica e irrigada por microaspersão, Conceição & Maia (2001) encontraram valores de Kc variando entre 0,18, no período entre a poda e o início da brotação, e 1,08, no período de compactação dos cachos, sendo a média do ciclo igual a 0,78.

As áreas cultivadas com videiras apresentam, muitas vezes, cobertura vegetal visando a conservação do solo. A cobertura vegetal pode reduzir o escoamento superficial durante o período de chuvas, o que favorece a infiltração da água no solo (Celette et al., 2005). Essa prática é, inclusive, recomendada no cultivo da ‘Niágara Rosada’ em condições tropicais, porque além da proteção do solo, a vegetação herbácea contribui com a reciclagem de nutrientes e hospeda inimigos naturais das pragas que podem ocasionar danos às videiras (Melo & Maia, 2001). Muito embora essa vegetação, muitas vezes, não afete o desempenho da cultura, quando há disponibilidade hídrica no solo (Sweet & Schreiner, 2010; Wutke et al., 2011), ela pode interferir no consumo hídrico do vinhedo e, conseqüentemente, nos valores de Kc (Celette et al., 2008; Centinari et al., 2012; Rosa et al., 2012). Essa interferência ocorre, principalmente, em períodos em que a videira apresenta redução na sua área foliar, como no intervalo entre a poda e o início do desenvolvimento vegetativo, ou no período posterior à queda das folhas, fenômeno que é mais comum em regiões de clima temperado. Para esse período posterior à queda de folhas, Pereira et al. (2010) recomendam valor de Kc igual a 0,20, quando o solo estiver sem cobertura vegetal ou com cobertura morta (“mulch”), e valores entre 0,50 e 0,80 quando na presença de vegetação herbácea em crescimento ativo.

O objetivo do presente trabalho foi determinar os valores de Kc para videiras com e sem a presença de cobertura vegetal sob as condições do noroeste paulista.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação Experimental de Viticultura Tropical (EVT), da Embrapa Uva e Vinho localizado no município de Jales, SP (20°16’08”S, 50°32’45”W e 478 m de altitude). Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é úmido (AW), com inverno seco e ameno e verão quente e chuvoso. As médias mensais das principais variáveis

meteorológicas estão apresentadas na Tabela 1. O solo do local do experimento é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico, com 69% de areia e 22% de argila, representando uma textura médio-arenosa.

As plantas de 'Niágara Rosada' (*Vitis labrusca*), sobre porta-enxerto IAC-572, foram cultivadas sob condições de campo e conduzidas no sistema latada, com espaçamento de 2,5 m x 3,0 m e coberta com tela de polietileno de sombreamento igual a 18%, para a proteção contra pássaros, morcegos e granizo. A poda de produção ocorreu no dia 14 de junho de 2010, sendo a primeira capina realizada em 29 de junho (no início da brotação). As avaliações do balanço hídrico tiveram início em 05 de julho, ainda no período inicial do desenvolvimento foliar, se estendendo até 22 de outubro, no período pré-colheita. Para a irrigação foram empregados microaspersores operando de forma invertida abaixo do dossel das plantas a cerca de 1,5m do solo, sendo as mangueiras fixadas nos arames da latada.

Dois tratamentos foram avaliados: sem cobertura vegetal, mantendo-se o solo permanentemente capinado; e com cobertura vegetal, deixando-se a vegetação espontânea se desenvolver. As espécies observadas no local estão apresentadas na Tabela 2, onde se verifica a preponderância do Capim Colchão (*Digitaria horizontalis*) e da Grama Seda (*Cynodon dactylon*).

Tabela 1. Valores médios mensais da temperatura média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin) do ar, da umidade relativa do ar (UR), da precipitação pluvial (P) e da evapotranspiração de referência (ETo). Jales, SP, 1995-2008.

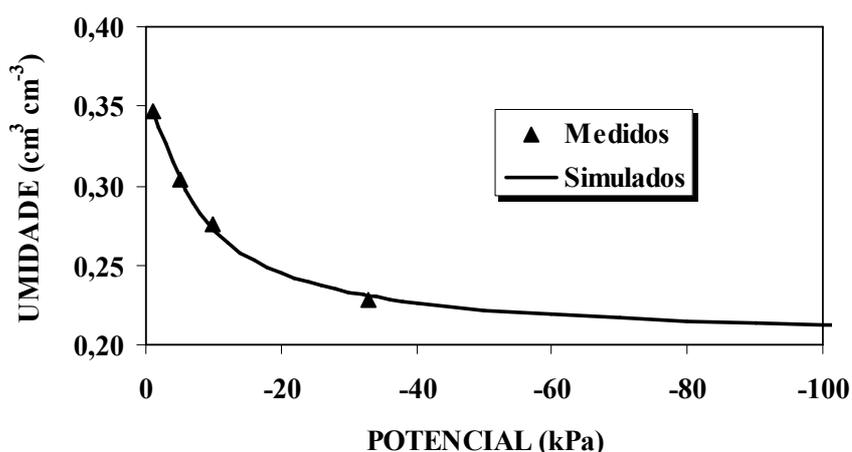
Mês	Tmed (°C)	Tmax (°C)	Tmin (°C)	UR (%)	P (mm)	ETo (mm dia ⁻¹)
Janeiro	25,0	31,5	20,4	83,0	294,5	4,2
Fevereiro	25,4	31,7	20,0	82,0	207,9	4,3
Março	25,3	31,7	19,5	82,0	163,8	4,1
Abril	24,6	31,3	18,0	78,0	58,2	3,7
Mai	21,4	28,2	15,1	77,0	71,3	3,0
Junho	20,9	28,1	14,5	74,0	24,1	2,9
Julho	20,8	28,7	14,5	70,0	14,0	3,2
Agosto	22,8	31,3	16,0	66,0	19,8	3,9
Setembro	23,8	31,9	17,7	67,0	55,4	4,3
Outubro	25,1	32,8	19,5	72,0	89,0	4,5
Novembro	25,0	31,8	19,5	75,0	129,1	4,5
Dezembro	25,1	31,8	20,4	79,0	200,4	4,4
Média	23,8	30,9	17,9	75,0	-	3,9
Máximo	25,4	32,8	20,4	83,0	294,5	4,5
Mínimo	20,8	28,1	14,5	66,0	14,0	2,9
Total	-	-	-	-	1327,6	-

Fonte: <http://www.cnpuv.embrapa.br/prodserv/meteorologia/jales-climaticos.html>

Tabela 2. Espécies presentes na cobertura vegetal da área experimental com videiras ‘Niágara Rosada’. Jales, SP, 2010.

Nome Comum	Nome científico	Massa Fresca (%)
Amendoim Bravo	<i>Euphorbia heterophylla</i>	1
Brachiaria	<i>Brachiaria decumbens</i>	1
Capim Colônia	<i>Panicum maximum</i>	2
Capim Colchão	<i>Digitaria horizontalis</i>	42
Capim pé de Galinha	<i>Eleusine indica</i>	6
Caruru	<i>Amaranthus retroflexus L.</i>	3
Gramma seda	<i>Cynodon dactylon</i>	29
Picão Preto	<i>Bidens pilosa</i>	3
Quebra Pedra	<i>Phyllanthus niruni</i>	3
Trapoeira	<i>Comelina benghalensis</i>	10

A umidade volumétrica no solo (U_{vol}) foi obtida a partir dos valores do potencial matricial da água (Ψ_m) determinados empregando-se tensiômetros de punção, com leituras diárias. Os tensiômetros foram instalados entre três pares de plantas por tratamento a 0,15 m e 0,45 m de profundidade, representando as camadas de solo de 0 a 0,30 m e de 0,30 m a 0,60 m, respectivamente, considerada como sendo a profundidade efetiva das raízes (PIRES et al., 1997). Os valores de Ψ_m foram convertidos em U_{vol} utilizando-se as curvas de retenção da água no solo em cada camada e o modelo de van Genuchten (1980). As curvas foram obtidas no Laboratório de Física do Solo da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), empregando-se amostras indeformadas de solo retiradas no local do experimento. As Figuras 1 e 2 apresentam os modelos das curvas de retenção ajustados para as diferentes camadas de solo até um potencial matricial igual -100 kPa, valor próximo ao limite registrado pelos tensiômetros. As curvas originais, no entanto, foram obtidas considerando-se potenciais de até -1500 kPa, correspondentemente ao Ponto de Murcha Permanente (Reichardt, 1987).

**Figura 1.** Curva de retenção da água no solo para a camada de 0 a 0,30 m de profundidade. Jales, SP, 2010.

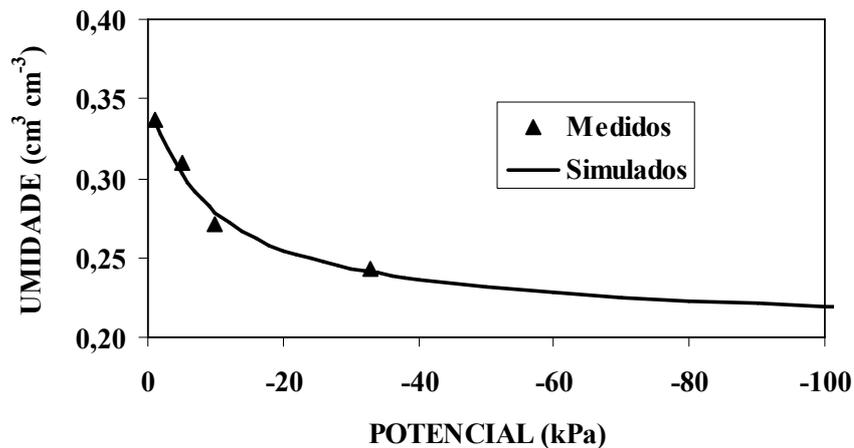


Figura 2. Curva de retenção da água no solo para a camada de 0,30 a 0,60 m de profundidade. Jales, SP, 2010.

Os coeficientes de cultura foram obtidos em períodos representativos dos estádios fenológicos da cultura, dividindo-se a evapotranspiração da cultura (ETc) pela evapotranspiração de referência (ETo) em cada período. Os valores diários da ETo foram estimados com base nos dados meteorológicos da estação automática da EVT, empregando-se o modelo de Penman-Monteith-FAO (Allen et al., 1998):

$$ET_{oPM} = \frac{0,408 s (R_n - G) + \gamma 900 U_2 (e_s - e_a)}{s + \gamma (1 + 0,34 U_2)} \quad (1)$$

em que:

- EToPM = evapotranspiração de referência pelo método de Penman-Monteith, mm dia⁻¹;
- s = declividade da curva de pressão de vapor em relação à temperatura, kPa °C⁻¹;
- Rn = radiação líquida total diária, MJ m⁻² dia⁻¹;
- G = fluxo total diário de calor no solo, MJ m⁻² dia⁻¹;
- γγ coeficiente psicrométrico, kPa °C⁻¹;
- U₂ = velocidade do vento a 2 m de altura, m s⁻¹;
- e_s = pressão de saturação de vapor, kPa;
- e_a = pressão parcial de vapor, kPa, e
- Tmed = temperatura média do ar, °C.

O fluxo de calor no solo (G) foi considerado igual a zero, valor que pode ser assumido para períodos diários (ALLEN et al., 1998). A radiação líquida (Rn) foi estimada com base na radiação global incidente, empregando-se o seguinte procedimento apresentado por Allen et al. (1998):

$$R_n = R_{ns} - R_{nl} \quad (2)$$

em que:

- Rns = saldo de radiação de ondas curtas (MJm⁻²dia⁻¹);

Rnl = saldo de radiação de ondas longas ($\text{MJm}^{-2}\text{dia}^{-1}$).

Os valores de Rns foram calculados pela expressão:

$$Rns = (1 - \alpha) R_s \quad (3)$$

em que:

R_s = radiação solar incidente ($\text{MJm}^{-2}\text{dia}^{-1}$), medida na estação meteorológica;

α = coeficiente de reflexão da vegetação (albedo), sendo considerado igual a 0,23 para a cultura de referência (grama).

Os valores de Rns foram calculados pela expressão:

$$Rnl = \sigma \left[\frac{(T_{\max} + 273,16)^4 + (T_{\min} + 273,16)^4}{2} \right] (0,34 - 0,14 \sqrt{e_a}) \left(1,35 \frac{R_s}{R_{so}} - 0,35 \right) \quad (4)$$

em que:

σ = constante de Stefan-Boltzmann ($4,903 \cdot 10^{-9} \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$);

R_{so} = radiação solar incidente na ausência de nuvens ($\text{MJm}^{-2}\text{dia}^{-1}$);

e_a = pressão atual de vapor (kPa).

O valor de "Rso" pode ser calculado pela expressão:

$$R_{so} = (0,75 + 2 \cdot 10^{-5} z) R_a \quad (5)$$

em que:

z = altitude (m);

R_a = radiação solar no topo da atmosfera ($\text{MJm}^{-2}\text{dia}^{-1}$), calculada por:

$$R_a = \frac{118,08}{\pi} \int [\omega_s \sin(\varphi) \sin(\delta) + \cos(\varphi) \cos(\delta) \sin(\omega_s)] \quad (6)$$

em que:

φ = latitude do local em radianos;

dr = distância inversa relativa entre a Terra e o Sol (rad);

δ = declinação solar (rad);

ω_s = ângulo horário ao nascer do sol (rad).

O valor de dr foi calculado por:

$$dr = 1 + 0,033 \cos\left(\frac{2\pi}{365} J\right) \quad (7)$$

sendo "J" o dia do ano (de 1 a 365 ou 366, para bissexto). O valor de δ é dado por:

$$\delta = 0,409 \sin\left(\frac{2\pi}{365} J - 1,39\right) \quad (8)$$

O ângulo horário ao nascer do sol (ω_s) foi calculado por:

$$\omega_s = \frac{\pi}{2} - \arctan \left[\frac{-\tan(\varphi) \tan(\delta)}{X^{0,5}} \right] \quad (9)$$

em que:

$$X = (1 - [\tan(\varphi)]^2 [\tan(\delta)]^2) . \quad (10)$$

Quando X for ≤ 0 , utiliza-se um valor igual a 0,00001.

A ETc foi determinada por meio do balanço hídrico do solo, realizados em intervalos correspondentes aos diferentes estádios fenológicos da cultura, conforme a equação:

$$ETc = P + I \pm \Delta ARM - DP \quad (11)$$

em que:

ETc = evapotranspiração de referência (mm);

P = precipitação pluvial (mm);

I = lâmina de irrigação aplicada (mm);

ΔARM = variação no armazenamento da água no solo (mm);

DP = drenagem profunda (mm).

O lençol freático se situou a uma profundidade superior a 5,0 m, não havendo, portanto, registro de ascensão capilar. Devido à topografia plana e ao plantio em nível, não foi registrado escoamento superficial. Os valores diários de P foram coletados na estação meteorológica da EVT. As lâminas de irrigação (I) foram calculadas multiplicando-se a intensidade (mm h^{-1}) e o tempo (h) de cada aplicação. Os valores de ΔARM foram obtidos a partir dos registros dos tensiômetros. Os valores da drenagem profunda (DP) foram determinados pela diferença entre a U_{vol} e a capacidade de campo (CC) na camada de 0,30 a 0,60 m, sempre que a U_{vol} apresentou valores superiores à CC ($0,296 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$). O valor da CC foi determinada 'in loco', conforme metodologia apresentada por Reichardt (1987).

Também foram obtidas curvas dos coeficientes de cultura com (KcC) e sem (KcS) cobertura vegetal do solo em função dos valores dos graus-dia acumulados (GDA), que foram calculados pela expressão (Tecchio et al., 2011):

$$GDA = \Sigma (T_{med} - T_b) \quad (12)$$

em que:

GDA = somatório de graus-dia acumulados a partir da poda ($^{\circ}\text{C}$);

T_{med} = temperatura média do ar ($^{\circ}\text{C}$);

T_b = temperatura base da videira ($^{\circ}\text{C}$).

Foi utilizado um valor de T_b igual a 10°C . Os valores de GDA empregados nas curvas corresponderam às médias obtidas em cada estágio fenológico analisado.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O potencial matricial da água no solo (Ψ_m) manteve-se, em geral, acima de -40 kPa, limite mínimo observado para a cultura da videira, considerando-se dados obtidos em diferentes condições de clima e solo (Conceição et al., 2011). A queda dos valores observada no final de setembro e início de outubro (Figuras 3 e 4) deve-se à ocorrência de precipitações pluviais no período.

A variação do potencial matricial (Ψ_m) à profundidade de 0,15 m na ausência de cobertura vegetal (Figura 3) ficaram, em geral, acima de -20,0 kPa, com uma média no período igual a -9,2 kPa. Já na presença de cobertura vegetal, o potencial médio foi igual a -13,8 kPa, chegando a atingir -41,9 kPa. Deve-se observar, entretanto, que a diferença nos valores de umidade volumétrica do solo para potenciais matriciais entre -20,0 kPa e -40 kPa é de apenas $0,019 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ (Figura 1), correspondendo a uma lâmina de 5,7 mm de água para a camada de 0 a 0,30 m. Já na camada de 0,30 m a 0,60 m, verifica-se que os valores dos potenciais com e sem cobertura vegetal apresentaram-se mais próximos (Figura 4), uma vez que a competição entre a cobertura vegetal e as videiras ocorre, principalmente, na camada superior do solo, em função do sistema radicular mais superficial das gramíneas (Celette et al., 2008). Na ausência de cobertura, o valor médio a essa profundidade foi de -13,8 kPa, atingindo um mínimo de -29,7 kPa, enquanto que na área com cobertura vegetal o valor médio foi de -14,6 kPa, chegando a atingir -30,4 kPa (Figura 4).

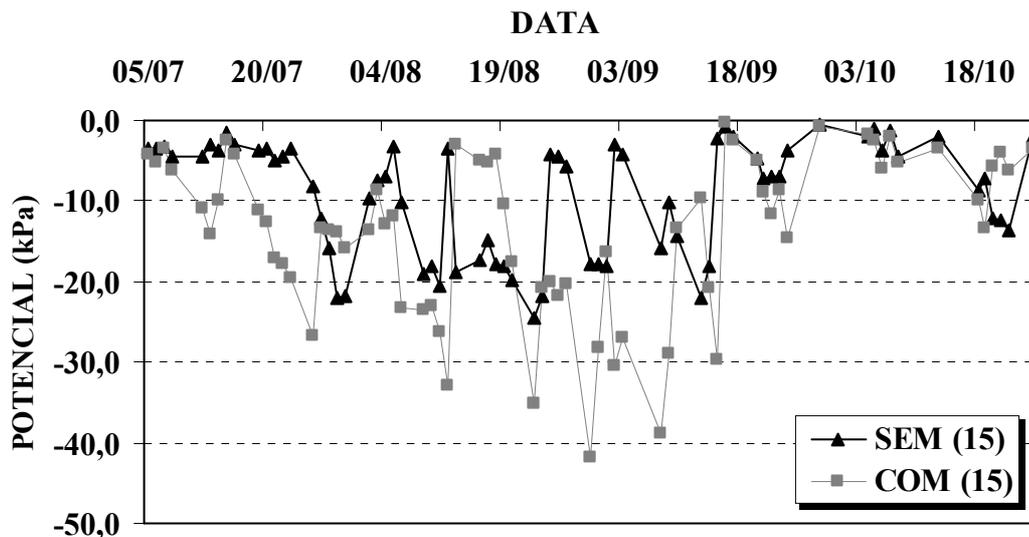


Figura 3. Potencial matricial da água no solo a 0,15 m de profundidade com e sem cobertura vegetal. Jales, SP, 2010.

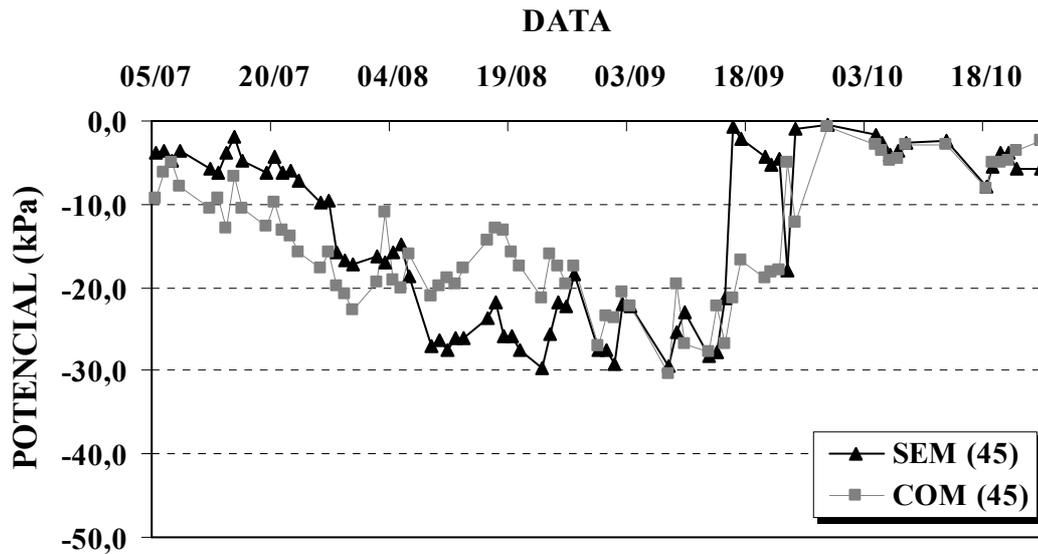


Figura 4. Potencial matricial da água no solo a 0,45 m de profundidade com e sem cobertura vegetal. Jales, SP, 2010.

Os valores das principais variáveis meteorológicas nos meses em que foram realizadas as avaliações (Tabela 3) apresentaram-se, em geral, próximos aos valores médios da região no mesmo período (Tabela 2). Isso demonstra que o período em que foi desenvolvido o presente trabalho é representativo das condições climáticas médias regionais.

Tabela 3. Valores médios mensais da temperatura média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin) do ar, da umidade relativa do ar (UR), da precipitação pluvial (P) e da evapotranspiração de referência (ETo). Jales, SP, 2010.

Mês	Tmed (°C)	Tmax (°C)	Tmin (°C)	UR (%)	P (mm)	ETo (mm dia ⁻¹)
Julho	22,4	30,6	15,8	56,0	2,1	3,5
Agosto	22,4	31,9	14,1	45,4	0,0	4,3
Setembro	25,3	33,0	18,5	51,8	94,7	4,3
Outubro	24,5	31,9	18,2	68,1	87,3	4,3
Média	23,7	31,9	16,7	55,3	-	4,1
Máximo	25,3	33,0	18,5	68,1	94,7	4,3
Mínimo	22,4	30,6	14,1	45,4	0,0	3,5
Total	-	-	-	-	184,1	-

Considerando-se os diferentes estádios fenológicos da cultura, a evapotranspiração de referência (ETo) apresentou uma variação entre 3,1 mm dia⁻¹ a 5,1 mm dia⁻¹, com média igual a 4,3 mm dia⁻¹ (Tabela 4). Na ausência de cobertura vegetal, o valor da evapotranspiração da cultura (ETcS) apresentou uma média igual a 2,3 mm dia⁻¹, variando entre 1,0 mm dia⁻¹, no início do desenvolvimento foliar (estádio I), a 4,5 mm dia⁻¹, no período de desenvolvimento dos frutos (estádio V). Por outro lado, a evapotranspiração da cultura na presença de cobertura vegetal (ETcC) apresentou o menor valor (0,9 mm dia⁻¹) no período de aparecimento das inflorescência (estádio II), chegando a 4,7 mm dia⁻¹ no período de desenvolvimento dos frutos (estádio V), com uma média no total igual 2,5 mm dia⁻¹ (Tabela 4).

Tabela 4. Valores da precipitação pluvial (P), lâmina de irrigação aplicada (I), evapotranspiração de referência (ET_o), evapotranspiração da cultura sem (ET_{cS}) e com (ET_{cC}) cobertura vegetal do solo, coeficientes da cultura sem (K_{cS}) e com (K_{cC}) cobertura vegetal do solo em diferentes estádios fenológicos da videira 'Niágara Rosada'. Jales, SP, 2010.

Estádio* Fenológico	ET _o (mm dia ⁻¹)	ET _{cS} (mm dia ⁻¹)	ET _{cC} (mm dia ⁻¹)	K _{cS}	K _{cC}
I	3,1	1,0	2,7	0,32	0,86
II	3,9	1,9	0,9	0,48	0,23
III	4,4	1,4	2,0	0,33	0,46
IV	4,9	3,2	2,7	0,65	0,54
V	5,1	4,5	4,7	0,88	0,93
VI	4,6	2,5	3,0	0,56	0,66
MÉDIA	4,3	2,3	2,5	0,53	0,58

*Estádios fenológicos: I = desenvolvimento foliar (DF); II = DF e aparecimento das inflorescências (AI); III = AI e floração; IV = início da frutificação; V = desenvolvimento dos frutos; VI = maturação

Os valores de ET_{cC} e, principalmente, os de ET_{cS}, ficaram próximos aos obtidos anteriormente por Conceição & Maia (2001), no mesmo local e com a mesma cultivar. A média do valor de K_c na ausência de cobertura vegetal (K_{cS}) foi igual a 0,53, enquanto na presença de vegetação (K_{cC}) o valor médio foi de 0,58 (Tabela 4). A maior diferença nesses valores de K_c ocorreu no período de desenvolvimento inicial dos ramos (Figura 5), período em que a transpiração da cultura é menor, enquanto que a cobertura vegetal do solo tende manter-se transpirando ativamente (Celette et al., 2008; Pereira et al., 2010).

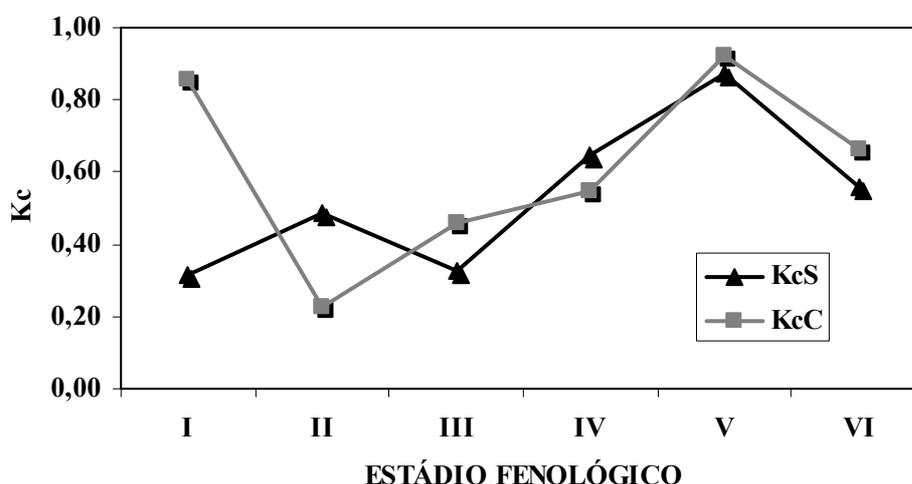


Figura 5. Valores do coeficiente de cultura (K_c) para videiras Niágara Rosada com (K_{cC}) e sem (K_{cS}) cobertura vegetal no solo para os seguintes estádios fenológicos: I = desenvolvimento foliar (DF); II = DF e aparecimento das inflorescências (AI); III = AI e floração; IV = início da frutificação; V = desenvolvimento dos frutos; VI = maturação. Jales, SP, 2010.

Nesse período (estádio I), o valor de KcS (0,32) apresentou-se próximo ao indicado por Pereira et al. (2010) para condições iniciais sem cobertura do solo (0,30). Já o KcC (0,86), nesse estágio, se aproximou do valor de 0,80, recomendado para o período após a queda de folhas da videira, na presença de vegetação herbácea em desenvolvimento ativo (Pereira et al., 2010). Posteriormente, com o aumento da área foliar da cultura, os valores de KcS e KcC tenderam a se aproximar um do outro (Figura 5). O desenvolvimento da área foliar da cultura da videira, a partir do estágio II, contribuiu, possivelmente, para a redução do consumo hídrico da vegetação herbácea, já que esse consumo está diretamente relacionado à radiação solar abaixo do dossel do vinhedo que incide sobre a cobertura vegetal do solo (Centinari et al., 2012).

Os valores de Kc obtidos foram, em média, inferiores aos recomendados para cultivares de uvas finas de mesa (Netzer et al., 2009; Selles et al., 2011; Teixeira et al., 1999; Teixeira et al., 2003), muito embora os valores mais altos tenham se aproximado dos valores máximos atualmente recomendados para o Vale do São Francisco (Teixeira et al., 2012). Além da cultivar e das condições edafoclimáticas diferentes, o uso de tela plástica sobre o vinhedo, prática comum na região noroeste de São Paulo, reduz a demanda hídrica atmosférica no interior do parreiral devido à redução da radiação solar incidente e da velocidade do vento (Conceição & Marin, 2009). Por essa razão, sem a cobertura de tela plástica os valores de Kc para a cultivar 'Niágara Rosada', na região noroeste de São Paulo, podem apresentar resultados diferentes dos obtidos no presente trabalho.

Os valores de KcS e KcC foram inferiores aos observados anteriormente por Conceição & Maia (2001), com a mesma cultivar e no mesmo local, muito embora a evapotranspiração da cultura (ETc) nos dois experimentos tenha apresentado resultados semelhantes. Essa divergência deve-se, provavelmente à diferença nas metodologias empregadas, nos dois trabalhos, para a estimativa da evapotranspiração de referência (ETo), sendo que Conceição & Maia (2001) empregaram o método do tanque Classe A (EToCA), enquanto que no presente trabalho foi utilizado o método padrão de Penman-Monteith-FAO (EToPM). Na região noroeste de São Paulo, os valores de EToCa apresentam baixa correlação com EToPM ($R^2 = 0,20$), (Conceição & Marin, 2005). Além disso, a metodologia de estimativa de ETo influencia os valores de Kc, como demonstraram Teixeira et al. (1999) e Teixeira et al. (2003), para as cultivares 'Itália' e 'Superior Seedless', respectivamente, na região de Petrolina (PE).

Tanto no manejo da irrigação como em estudos de demanda hídrica regional, faz-se necessária a estimativa diária da ETo, sendo que o emprego de funções ajustadas entre os valores de Kc e o número de graus-dia acumulados (GDA) pode tornar a estimativa de Kc mais precisa (Teixeira et al., 2012). A obtenção do Kc em função do GDA, permite um planejamento da irrigação que pode ser extrapolado para outras épocas do ano, mesmo que a duração do ciclo da cultura seja alterado. Assim, com esse propósito, foram ajustados, para a cultivar Niágara Rosada sob as condições do noroeste paulista, modelos de terceiro grau entre KcS e KcC em função dos valores médios de GDA em cada estágio fenológico (Figuras 6 e 7). Observa-se que os valores de KcC apresentaram melhor ajuste ao modelo ($R^2 = 0,8911$) do que os valores de KcS ($R^2 = 0,7582$). O valor total de GDA, da brotação à colheita, foi igual a 1751°C, próximo ao obtido por Tecchio et al. (2011), para as mesmas condições de cultivar, porta-enxerto e região.

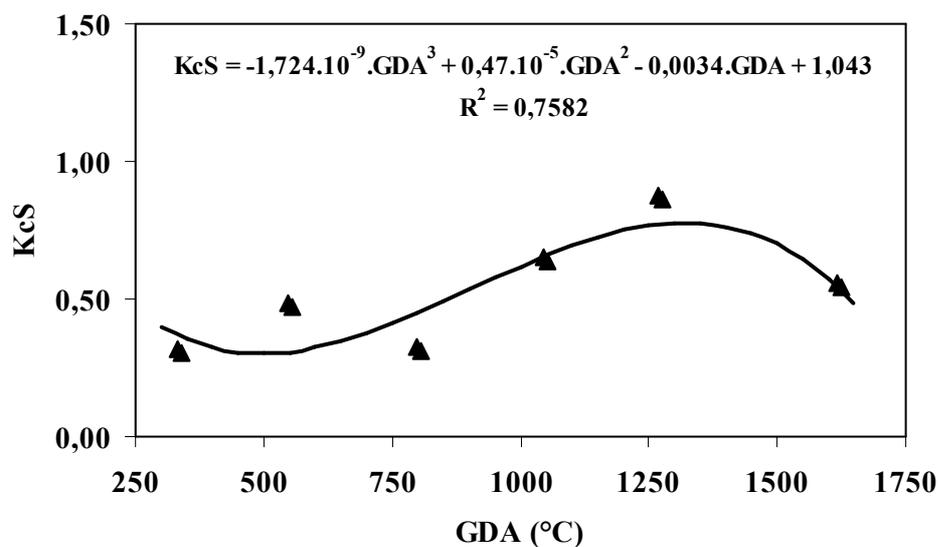


Figura 6. Valores do coeficiente de cultura para videiras Niágara Rosada sem cobertura vegetal no solo (KcS) em função do número de graus-dia acumulados (GDA). Jales, SP, 2010.

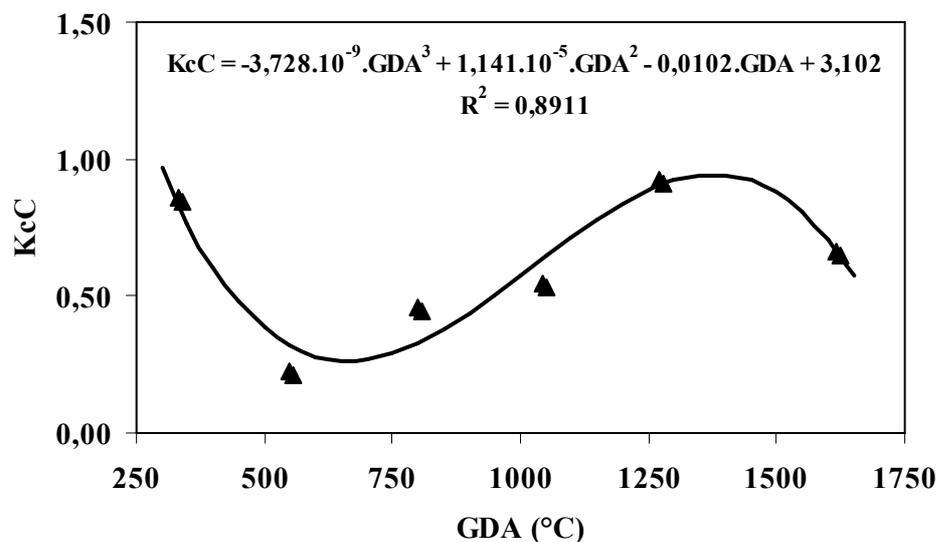


Figura 7. Valores do coeficiente de cultura para videiras Niágara Rosada com cobertura vegetal no solo (KcC) em função do número de graus-dia acumulados (GDA). Jales, SP, 2010.

6 CONCLUSÃO

Os coeficientes da cultura (Kc) para a cv. 'Niágara Rosada' coberta com tela de polietileno variaram de 0,23 a 0,93, com média de 0,58, na presença de cobertura vegetal; e

entre 0,32 e 0,88, com média de 0,53, na ausência de cobertura vegetal, sob as condições edafoclimáticas do noroeste paulista.

7 REFERÊNCIAS

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L. Estimating crop coefficients from fraction of ground cover and height. **Irrigation Science**, New York, v.28, p.17-34, 2009.
- ALLEN R. G.; PEREIRA, L.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. (FAO: Irrigation and Drainage Paper, 56).
- ÁVILA NETTO, J.; AZEVEDO, P. V. de; SILVA, B. B. da; SOARES, J. M.; TEIXEIRA, A. H. de C. Exigências hídricas da videira na região do Submédio São Francisco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.8, p.1559-1566, 2000.
- CELETTE, F.; GAUDIN, R.; GARY, C. Spatial and temporal changes to the water regime of a Mediterranean vineyard due to the adoption of cover cropping. **European Journal of Agronomy**, New York, v.29, p.153-162, 2008.
- CELETTE, F.; WERRY, J.; CHANTELOT, E.; CELETTE, J.; GARY, C. Belowground interactions in a vine (*Vitis vinifera* L.)-tall fescue (*Festuca arundinacea* Shreb.) intercropping system: water relations and growth. **Plant and Soil**, New York, v.276, p.205–217, 2005.
- CENTINARI, M.; PONI, S.; INTRIGLIOLO, D.S.; DRAGONI, D.; LAKSO, A.N. Cover crop evapotranspiration in a northeastern US Concord (*Vitis labruscana*) vineyard. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Adelaide, v.18, p.73–79, 2012.
- CONCEIÇÃO, M.A.F. MAIA, J.D.G. Coeficiente da cultura (Kc) para a videira Niagara Rosada em Jales, SP. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 12, 2001, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBA/FUNCEME, 2001, v.2, p.411-412.
- CONCEIÇÃO, M.A.F.; MARIN, F.R. Condições microclimáticas em um parreiral irrigado coberto com tela plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, n.2, p.423-431, 2009.
- CONCEIÇÃO, M.A.F.; MARIN, F.R. Estimativa da evapotranspiração de referência utilizando os métodos de Hargreaves-Samani e do tanque Classe A. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 14, 2005, Campinas. **Anais...** Campinas: SBA/UNICAMP, 2005. CD-ROM.
- CONCEIÇÃO, M.A.F.; SILVA, D.J.; PINTO, J.M. Irrigação e fertirrigação na cultura da uva. In: SOUSA, V.F.; MAROUELLI, W.A.; COELHO, E.F.; PINTO, J.M.; COELHO FILHO, M.A. (Eds.). **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p.523-551.

COSTA, T.V. da; TARSITANO, M.A.A.; CONCEIÇÃO, M.A.F. **Caracterização dos produtores de uvas de mesa e dos sistemas de irrigação da região de Jales (SP)**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2011. 8p. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 106).

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Yield response to water**. Roma: FAO, 1979. 193p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 33).

DRAGONI, D.; LAKSO, A.N.; PICCIONI, R.M.; TARARA, J.M. Transpiration of grapevines in the humid Northeastern United States. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.57, n.4, p.460-467, 2006.

MELO, G.W.B. de; MAIA, J.D.G. Manejo das plantas daninhas e adubação. In: MAIA, J.D.G.; KUHN, G. eds. **Cultivo da Niágara Rosada em áreas tropicais do Brasil**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2001. 72p.

NETZER, Y.; CHONGREN, Y.; SHENKER, M.; BRAVDO, B-A.; SCHWARTZ, A. **Irrigation Science**, New York, v.27, p.109-120, 2009.

PEREIRA, L.S.; VALERO, J.A. de J.; BUENDÍA, M.R.P.; MARTÍN-BENITO, J.M.T. **El riego y sus tecnologías**. Albacete: CREA-UCLM, 2010. 296p.

PIRES, R. C. de M.; SAKAI, E.; FOLEGATTI, M. V.; PIMENTEL, M. H. L.; FUJIWARA, M. Distribuição e profundidade do sistema radicular da videira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26., 1997, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: SBEA/UFPB. 1997. CD-ROM.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1987. 188p.
ROSA, R.D.; PAREDES, P.; RODRIGUES, G.C.; ALVES, I.; FERNANDO, R.M.; PEREIRA, L.S.; ALLEN, R.G. Implementing the dual crop coefficient approach in interactive software. 1. Background and computational strategy. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v.103, p.8– 24, 2012.

SELLES, G.; FERREYRA, R.; ASPILLAGA, C.; VILLAGRA, P.; CORTÁZAR, V.G. Estimation of Water Requirements of ‘Thompson Seedless’ Trained on an Overhead Trellised System Using an Eddy Covariance Method in the Aconcagua Valley, Chile. **Acta Horticulturae**, Leuven, v.889, p.137-143, 2011.

SWEET, R.M.; SCHREINER, R.P. Alleyway cover crops have little influence on Pinot Noir grapevines (*Vitis vinifera* L) in two Western Oregon vineyards. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.61, n.2, p.240-252, 2010.

TECCHIO, M.A.; TERRA, M.M.; MOURA, M.F.; PIRES, E.J.P. Fenologia e acúmulo de graus-dia da videira ‘Niagara Rosada’ cultivada ao noroeste do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, Volume Especial, p.248-254, 2011.

TEIXEIRA, A.H. de C.; AZEVEDO, P.V. de; SILVA, B.B. da; 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.

TEIXEIRA, A. H. de C.; BASSOI, L. H.; SILVA, T. G. F. Consumo hídrico em um cultivo orgânico de videira para uva de mesa. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 13., 2003, Juazeiro. **Anais...** Juazeiro: ABID, 2003a. 1 CD-ROM.

TEIXEIRA, A.H. de C.; TONIETTO, J.; PEREIRA, G.E.; ANGELOTTI, F. Delimitação da aptidão agroclimática para videira sob irrigação no Nordeste Brasileiro. **Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.4, p.399-407, 2012.

van GENUCHTEN, M. T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.44, p.892-898, 1980.

WILLIAMS, L.E.; AYARS, J.E. Grapevine water use and the crop coefficient are linear functions of the shaded area measured beneath the canopy. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.132, p.201-211, 2005.

WILLIAMS, L. E.; PHENE, C. J.; GRIMES, D. W.; TROUT, T. J. Water use of mature Thompson Seedless grapevines in California. **Irrigation Science**, New York, v. 22, n. 1, p. 11-18, 2003.

WUTKE, E.B; TERRA, M.M.; PIRES, E.J.P.; RIBEIRO, I.J.A.; PECHE FILHO, A. Produtividade da videira 'Niagara Rosada' em cultivo intercalar com adubos verdes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, Volume Especial, p.528-535, 2011.