



## Estimativa dos coeficientes de cultivo (kc) de videiras para suco

Marco Antônio Fonseca Conceição<sup>1(\*)</sup>, Marco Antonio Tecchio<sup>2</sup>, Reginaldo Teodoro de Souza<sup>3</sup>, Marlon Jocimar Rodrigues da Silva<sup>4</sup>, Mara Fernandes Moura<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Pesquisador, Embrapa Uva e Vinho/EVT, Jales, SP, marco.conceicao@embrapa.br

<sup>2</sup>Professor Doutor, Universidade Estadual Paulista (UNESP/FCA), Botucatu, SP, tecchio@fca.unesp.br

<sup>3</sup>Pesquisador, Embrapa Uva e Vinho/EVT, Jales, SP, reginaldo.souza@embrapa.br

<sup>4</sup>Doutorando, UNESP/FCA, Botucatu, SP, marlonjocimar@gmail.com

<sup>5</sup>Pesquisadora Científica, Instituto Agronômico de Campinas (IAC), Centro de Frutas, Jundiá, SP, mouram@iac.sp.gov.br

(\*) Autor para correspondência

### INFORMAÇÕES

#### História do artigo:

Recebido em 16 de Junho de 2017

Aceito em 10 de agosto de 2017

#### Termos para indexação:

viticultura

irrigação

evapotranspiração

### RESUMO

A fração da área coberta pelo dossel ( $f_c$ ) tem sido empregada, em diferentes regiões, para a estimativa do coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) de videiras. O presente trabalho teve por objetivo estimar os valores de  $K_c$  de videiras destinadas à produção de uvas para elaboração de suco com base nos valores de  $f_c$ , nas condições do noroeste paulista. As avaliações foram realizadas de agosto a novembro de 2016 no município de Votuporanga (SP), com as cultivares Isabel Precoce e BRS Carmem enxertadas sobre os porta-enxertos 'IAC 572' e 'IAC 766'. As videiras foram conduzidas no sistema espaldeira e irrigadas por microaspersores. Os valores de  $f_c$  foram obtidos ao longo do ciclo da cultura e correlacionados à soma térmica diária (ST) por meio de modelos de regressão. Os coeficientes de cultivo ( $K_c$ ), foram obtidos em função da  $f_c$  com base no modelo de Allen e Pereira (2009). Para a cultivar BRS Carmem, os valores de  $f_c$  em função de ST cresceram de forma contínua, segundo um modelo quadrático, enquanto que, para a cultivar Isabel Precoce, os dados se ajustaram melhor ao modelo de Mitscherlich, apresentando um rápido crescimento inicial e se estabilizando após 500 °C dia, aproximadamente. Os valores médios estimados de  $K_c$  para as cultivares Isabel Precoce e BRS Carmem foram iguais a 0,81 e 0,74, respectivamente. O modelo empregado nas avaliações permite a realização de estimativas dos valores de  $K_c$  para diferentes condições de cultivo.

© 2017 SBAgro. Todos os direitos reservados.

### Introdução

A região noroeste de São Paulo tem sido um tradicional polo produtor de uvas de mesa do estado. Com o uso da irrigação, a produção regional pode ser obtida durante o período mais seco do ano, entressafra das regiões leste e sudoeste do estado, caracterizadas pelo clima subtropical. Com isso, os produtores locais obtêm, normalmente, maior valor de venda para os produtos.

A produção de uvas de mesa no noroeste paulista é realizada, geralmente, empregando-se sistemas de sustentação horizontal do tipo latada. Para esse sistemas estão disponíveis informações sobre coeficientes de cultivo ( $K_c$ ), que podem servir de base para o manejo racional da irrigação nos vinhedos regionais (CONCEIÇÃO, 2013b).

Todavia, nos últimos anos, alguns produtores locais têm introduzido o cultivo de videiras em sistemas de sustentação vertical do tipo espaldeira, visando a produção de



Figura 1. Área experimental de videiras para suco em Votuporanga, SP, 2016.

uvas para elaboração de suco. Entre as cultivares que têm sido adotadas para essa finalidade, destacam-se a 'Isabel Precoce' e 'BRS Carmem', oriundas do programa de melhoramento genético da Embrapa Uva e Vinho (CAMARGO; MAIA; RITSCHER, 2010). Não há informações regionais, contudo, sobre os valores de Kc para as videiras nessas condições. Essas informações são essenciais como subsídio para o planejamento e o manejo racional da irrigação.

Diversas variáveis afetam os valores de Kc das videiras, como o estágio fenológico, o espaçamento entre plantas, o tipo de poda e o sistema de sustentação, entre outros. Tem-se observado, contudo, que a fração da área coberta (fc), que equivale à porcentagem da área sombreada pela cultura (PAS), é uma das variáveis que melhor representam as diferentes condições de cultivo das videiras (ALLEN & PEREIRA, 2009; WILLIAMS e AYARS, 2005). A fc reflete a radiação solar interceptada pelo dossel e pode apresentar maior correlação com valores de Kc do que o índice de área foliar (IAF), como demonstraram Williams e Ayars (2005), em um estudo realizado com videiras na Califórnia empregando-se lisímetros de pesagem. Os autores observaram que plantas conduzidas de forma vertical, em espaldeira, apresentaram um aumento considerável no valor de Kc quando os ramos foram posicionados horizontalmente, em decorrência do maior valor de fc, embora fosse mantida a mesma área foliar. Os autores encontraram, também, uma relação linear entre Kc e fc (ou PAS), que passou a ser adotada em diferentes regiões produtoras de uvas, para a estimativa de Kc em videiras conduzidas em sistemas verticais (BURT, 2012; FIDELIBUS, 2016; MENDEZ-COSTABEL et al.,

2014; MOYER; PETERS; HAMMAN, 2015; HELLMAN, 2016).

O presente trabalho teve, assim, o objetivo de estimar os coeficientes de cultivo (Kc) de duas cultivares de videiras destinadas à produção de suco, nas condições do noroeste paulista, com base na fração da área coberta pela copa da cultura (fc).

### Material e métodos

As avaliações foram realizadas de agosto a dezembro de 2016 em uma área experimental do Centro de Seringueira e Sistemas Agroflorestais do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), localizado no município de Votuporanga (SP), noroeste do estado de São Paulo, situado a 20°20'S, 49°58'O e 510 m de altitude. De acordo com a classificação de Köppen, o clima local é classificado como tropical úmido (Aw), com temperatura média anual de 22,8°C e precipitação pluvial anual de 1.437 mm, concentrada, principalmente, entre outubro e março. O solo é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico, de textura média a arenosa (ALEM et al., 2015).

As cultivares utilizadas foram a BRS Carmem (*Vitis labrusca*) e a Isabel Precoce (*Vitis labrusca*), sobre os porta-enxertos 'IAC 572' e 'IAC 766'. As videiras com três anos de idade foram conduzidas na direção norte-sul no sistema de sustentação do tipo espaldeira, com espaçamento de 2,0 m entre fileiras e 1,1 m entre plantas (Figura 1). O vinhedo foi coberto com tela de polietileno com 18% de sombreamento, para proteção contra o ataque de pássaros e morcegos.

As avaliações foram nos quatro tratamentos, compos-

tos pelas combinações copa ('BRS Carmem' e 'Isabel Precoce') e porta-enxerto ('IAC 766' e 'IAC 572'), com cinco plantas por parcela experimental realizadas em cinco plantas para cada porta-enxerto, em delineamento experimental inteiramente casualizado. Para as irrigações foram empregados microaspersores invertidos com vazão média de 32 L h<sup>-1</sup>, espaçamento de 3,0 m x 2,0 m, suspensos na espaldeira. Os emissores apresentaram um recobrimento de 100% da superfície do solo.

Os valores diários dos coeficientes de cultivo (Kc) foram estimados de acordo com o modelo proposto por Allen e Pereira (2009):

$$Kc = K_{\text{solo}} + Kd.(Kc_{\text{pleno}} - K_{\text{solo}}) \quad (1)$$

em que K<sub>solo</sub> representa o valor médio de Kc da superfície exposta do solo, refletindo a frequência de umedecimento, o tipo de solo e a evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>); Kd é o coeficiente de densidade; e Kc<sub>pleno</sub> é o valor de Kc da cultura para condições de máximo recobrimento do solo.

O valor de K<sub>solo</sub> foi considerado como sendo igual a 0,60, correspondente a uma condição de evapotranspiração de referência moderada (3,0 a 5,0 mm dia<sup>-1</sup>) e com frequência de umedecimento semanal (CONCEIÇÃO, 2016). Os valores diários de ET<sub>o</sub> foram estimados pelo modelo de Hargreaves ajustado para a região noroeste de São Paulo (CONCEIÇÃO, 2013a), com base nos dados de temperatura máxima e mínima coletados no local do experimento e disponibilizados na página do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO) na Internet (www.ciiagro.sp.gov.br).

O valor de Kc<sub>pleno</sub> foi calculado pela expressão:

$$Kc_{\text{pleno}} = 0,05 + Fr.\{\min[(1,0 + 0,1.h), 1,20] + [0,04.(V_2 - 2) - 0,004.(UR_{\text{min}} - 45).(h/3)^{0,3}]\} \quad (2)$$

em que Fr (varia de 0 a 1) é um fator de ajuste para valores de resistência foliar (r<sub>f</sub>) da cultura que, no caso de videiras sem restrições hídricas no solo, pode ser considerado igual a 1,0 (CONCEIÇÃO, 2016); V<sub>2</sub> é o valor médio diário da velocidade do vento a 2,0 m de altura durante o período de maior demanda hídrica da cultura; UR<sub>min</sub> é o valor médio diário da umidade relativa mínima do ar durante o mesmo período; h é a altura média das plantas. Foram utilizados valores médios de V<sub>2</sub> e UR<sub>min</sub> iguais a 1,5 m s<sup>-1</sup> e 56%, respectivamente, com base nos dados obtidos da estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizada em Votuporanga, SP. A altura média das plantas em pleno desenvolvimento foi considerada igual a 2,0 m, correspondente à altura do sistema de sustentação utilizado. Empregando-se esses dados, o valor

de Kc<sub>pleno</sub> resultante foi igual a 1,19.

O valor de Kd foi estimado empregando-se a fração do solo coberta pela vegetação (fc):

$$Kd = \min \{(M_L \cdot fc), fc^{1/(1+h)}\} \quad (3)$$

em que M<sub>L</sub> é um fator multiplicador que descreve o efeito da densidade da copa sobre a evapotranspiração relativa da área sombreada, podendo-se utilizar um valor igual a 1,5, para videiras (CONCEIÇÃO, 2016); fc é a fração do solo coberta ou sombreada pela vegetação ao meio-dia (valor entre 0 e 1).

Os valores de fc foram obtidos dividindo-se a largura da projeção da sombra da copa da videiras, pelo espaçamento entre fileiras, de acordo com metodologia descrita por Hellman (2016) e Moyer; Peters; Hamman (2015). A projeção da copa foi determinada mediante a utilização de uma régua graduada, medindo-se o sombreamento a partir da linha de plantio (Figura 2), às 12:00 hs de cada dia, aproximadamente. As avaliações foram realizadas até 115 dias após a poda (DAP), uma vez que após esse data foram realizadas desfolhas laterais nas plantas, alterando os valores de fc.

A comparação entre os valores médios de fc, em cada data avaliada, foi realizada empregando-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Foram ajustadas equações de regressão com base nas relações entre os valores medidos de fc e a soma térmica diária (ST, em °C dia), que é definida pela expressão (ZAPATA et al., 2015):

$$ST = \sum_i^f \frac{T_{\text{max}} + T_{\text{min}}}{2} - T_b \quad (4)$$

em que i e f são, respectivamente, os dias inicial e final do período avaliado; T<sub>max</sub> e T<sub>min</sub> são, respectivamente, os valores diários das temperaturas máxima e mínima do ar (°C); e T<sub>b</sub> é a temperatura base da videira, considerada como sendo igual a 10°C. Os ajustes foram realizados empregando-se o programa Microsoft Excel<sup>®</sup> e o programa Statistical Analysis System (SAS, 2008). Com o programa Excel<sup>®</sup> foram avaliados os modelos linear e quadrático, enquanto que o modelo de Mitscherlich (GOMES, 1959) foi ajustado empregando-se o programa SAS (SAS, 2008).

## Resultados e discussão

Os porta-enxertos não afetaram os valores da fração da área coberta (fc) nas cultivares BRS Carmem e Isabel Precoce (Tabela 1). Por outro lado, a fc da cultivar Isabel Precoce foi superior à da 'BRS Carmem' na primeira avaliação e, considerando-se o porta-enxerto 'IAC 572', também na segunda e terceira avaliações. Os tratamentos somente se





**Figura 2.** Uso de dispositivo para medir a largura da projeção da copa das videiras para determinação da fração da área coberta pelo dossel ( $f_c$ ). Votuporanga, SP, 2016.

**Tabela 1.** Valores médios da fração da área coberta pelo dossel ( $f_c$ ) para as cultivares de videiras BRS Carmem (C) e Isabel Precoce (IP) sobre os porta-enxertos 'IAC 572' e 'IAC 766', em diferentes datas de avaliação<sup>1</sup>.

Cultivar/Porta-enxerto	$f_c$							
	02/09		21/09		13/10		17/11	
	Média	CV(%)	Média	CV(%)	Média	CV(%)	Média	CV(%)
BRS Carmem/766	0,10	b 48,8	0,20	ab 27,9	0,24	ab 10,5	0,29	a 7,8
BRS Carmem/572	0,09	b 55,5	0,18	b 24,9	0,19	b 14,9	0,28	a 4,6
Isabel Precoce/766	0,27	a 15,4	0,28	a 14,0	0,27	a 7,6	0,30	a 8,8
Isabel Precoce/572	0,25	a 20,0	0,26	a 13,1	0,27	a 8,5	0,31	a 18,5

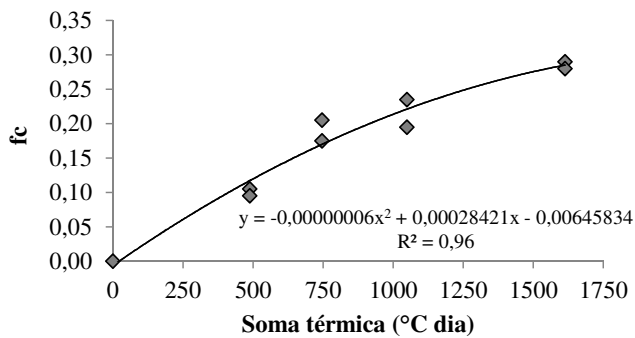
<sup>1</sup>Variáveis seguidas de uma mesma letra, para cada data avaliada, não apresentaram diferenças estatísticas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

igualaram, do ponto de vista estatístico, na última avaliação, quando todas as medidas apresentaram valores de  $f_c$  próximos a 0,30 (Tabela 1).

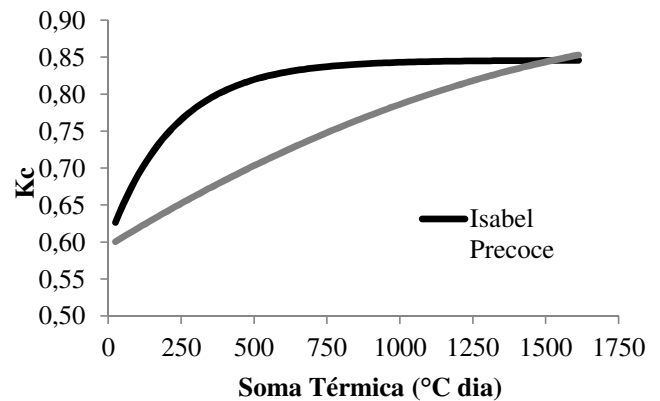
Com base nos dados apresentados na Tabela 1, foram obtidas curvas de regressão entre os valores da soma térmica e da  $f_c$  para cada cultivar, considerando-se os dois porta-enxertos conjuntamente (Figuras 3 e 4). Observa-se que os valores de  $f_c$  para a cultivar BRS Carmem apresentaram um aumento quadrático, que foi o que apresentou melhor desempenho entre os avaliados (Figura 3). Por outro lado, para a cultivar Isabel Precoce os valores de  $f_c$ , em relação à soma térmica, se ajustaram melhor ao modelo de Mitscherlich, apresentando um rápido crescimento inicial e se estabilizando após 500°C dia (cerca de 40 DAP), apro-

ximadamente (Figura 4). As diferenças entre as cultivares ocorreram em função da 'BRS Carmem' ter apresentado atraso e desuniformidade na brotação, além de apresentar, normalmente, um ciclo mais longo, em relação a outras cultivares para suco (CAMARGO; MAIA; RITSCHER, 2008).

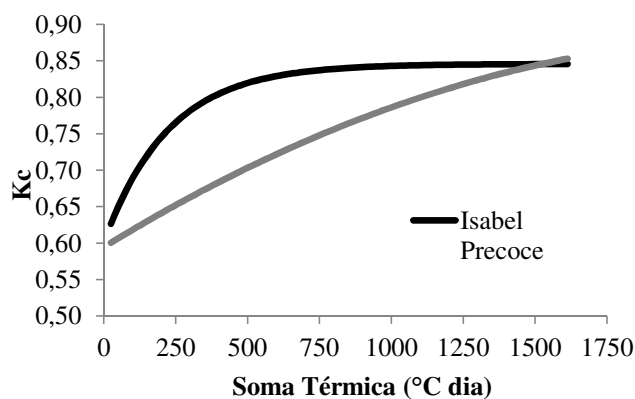
A partir dos valores de  $f_c$  calculados diariamente com base nas equações apresentadas nas Figuras 3 e 4, obteve-se os valores diários de  $K_c$  para cada cultivar (Figura 5), empregando-se a eq. 1. Os valores diários  $K_c$  para a cultivar Isabel Precoce superaram os da 'BRS Carmem' durante a maior parte do período avaliado. Isso ocorreu porque, como já mencionado, a 'BRS Carmem' apresentou atraso e desuniformidade na brotação, além de ciclo mais longo. No final das avaliações, entretanto, os valores diários de  $K_c$



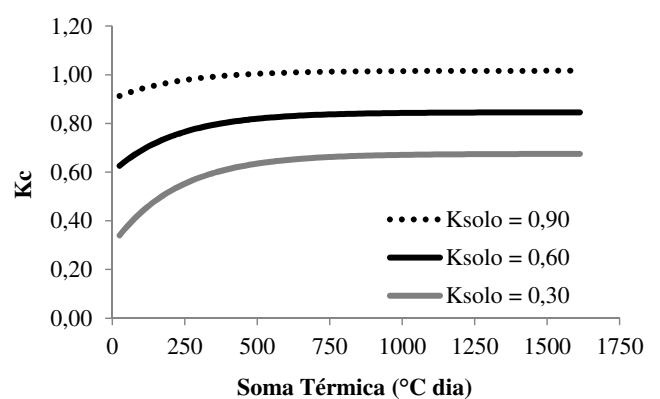
**Figura 3.** Soma térmica após a poda e fração da área coberta pela copa ( $f_c$ ) para a cultivar de videira BRS Carmem. Votuporanga, SP, 2016.



**Figura 4.** Soma térmica após a poda e fração da área coberta pela copa ( $f_c$ ) para a cultivar de videira Isabel Precoce. Votuporanga, SP, 2016.



**Figura 5.** Coeficientes de cultivo ( $K_c$ ) diários em função da soma térmica após a poda, para as cultivares de videiras BRS Carmem (C) e Isabel Precoce (I). Votuporanga, SP, 2016.



**Figura 6.** Simulações dos coeficientes de cultivo ( $K_c$ ) diários em função da soma térmica após a poda, para a cultivar de videira Isabel Precoce e diferentes valores do coeficiente de cobertura do solo ( $K_{solo}$ ). Votuporanga, SP, 2016.

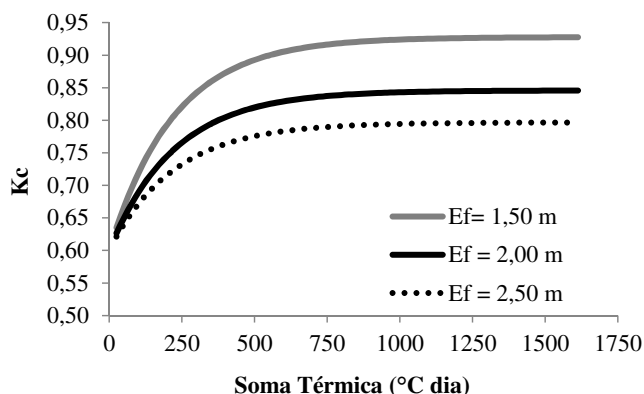
apresentaram resultados semelhantes entre as cultivares.

Os valores médios de  $K_c$ , durante o período de avaliação (até os 115 DAP ou 1613,4 °C dia), foram iguais a 0,74, para a cv. BRS Carmem, e 0,81, para a cv. Isabel Precoce. O valor da cv. Isabel Precoce é próximo ao recomendado (0,85) por Moyer; Peters; Hamman (2015) para videiras para suco plenamente desenvolvidas. Já o valor médio de  $K_c$  estimado para a cv. BRS Carmem foi próximo aos apresentados por Teixeira; Bastiaanssen; Bassoi (2007) para videiras para vinho sustentadas em sistemas verticais nas condições do Vale do Rio São Francisco (entre 0,75 e 0,77) e por López-Urrea et al. (2012) na Espanha para a cultivar Tempranillo (entre 0,60 e 0,75). Poblete-Echeverría et al. (2017), por sua vez, encontraram valores médios de  $K_c$  para a cultivar Carmenera no Chile entre 0,40, durante o período de frutificação, e 0,70, durante a maturação dos frutos.

O modelo apresentado por Allen e Pereira (2009) é fortemente influenciado pelas condições da superfície do solo ( $K_{solo}$ ), como pode ser observado na Figura 6. Isso é especialmente válido para sistemas de sustentação vertical, onde os valores de  $f_c$  são relativamente baixos. Um  $K_{solo}$  menor

pode representar, por exemplo, o uso de um sistema de irrigação por gotejamento, que umedece apenas uma parcela da superfície do solo. Por outro lado, um valor maior de  $K_{solo}$  pode representar, por exemplo, uma frequência maior entre irrigações (ALLEN et al., 2006). Já para sistemas de sustentação horizontal, do tipo latada, os valores de  $K_{solo}$  apresentam maior influência apenas no período inicial da cultura, uma vez que com o desenvolvimento foliar os valores de  $f_c$  tendem a se aproximar de 1,0.

Diferentemente do modelo de Allen e Pereira (2009), no modelo desenvolvido por Williams e Ayars (2005), e adotado em diversas regiões americanas (BURT, 2012; FIDELIBUS, 2016; MENDEZ-COSTABEL et al., 2014; MOYER; PETERS; HAMMAN, 2015; HELLMAN, 2016), os valores de  $K_c$  são funções apenas dos valores da porcentagem da área sombreada (PAS), que equivale à  $f_c$ . Isso ocorre porque esse modelo foi desenvolvido para videiras cultivadas em condições de clima semiárido e com irrigação por gotejamento, onde a evaporação da água pode ser minimizada, quando comparado ao da transpiração da cultura. Segundo Teixeira; Bastiaanssen; Bassoi (2007), em videiras



**Figura 7.** Simulações dos coeficientes de cultivo ( $K_c$ ) diários em função da soma térmica após a poda, para a cultivar de videira Isabel Precoce e diferentes valores de espaçamento entre fileiras de plantas ( $E_f$ ). Votuporanga, SP, 2016.

para vinho sustentadas em sistemas verticais e irrigadas por gotejamento nas condições semiáridas, a evaporação da água do solo pode corresponder a apenas cerca de 10% do processo total de evapotranspiração. Por isso, pode-se considerar que os valores que estimados pelo modelo de Williams e Ayars (2005) são mais representativos dos coeficientes basais de cultivo ( $K_{cb}$ ), conforme sugerido por López-Urrea et al. (2012) e Mendez-Costabel et al. (2014). Os valores de  $K_{cb}$  representam o componente de transpiração da cultura e devem ser adicionados aos coeficientes de evaporação da água do solo ( $K_e$ ) para obter-se os valores finais de  $K_c$  (ALLEN et al., 2006; ALLEN e PEREIRA, 2009; CANCELA et al., 2015).

Já o presente trabalho foi desenvolvido em condições de clima tropical úmido e com irrigação por microaspersão. Nessas condições, o modelo de Allen e Pereira (2009) se torna mais adequado, uma vez que os componentes relacionados à evaporação da água do solo apresentam maior contribuição no processo de evapotranspiração (ALLEN et al., 2006). Esse modelo permite, também, a realização de simulações para diferentes espaçamentos entre fileiras (Figura 7), que proporciona, por sua vez, diferentes valores de  $f_c$ , considerando-se as mesmas medidas das copas das plantas.

Diferentes espaçamentos entre fileiras resultam em diferentes frações de cobertura do solo ( $f_c$ ) e, conseqüentemente, em diferentes valores de  $K_c$ . Isso permite estimar o valor de  $K_c$  de acordo com o espaçamento adotado entre fileiras. Williams (2001) apresenta, por exemplo, uma tabela para videiras para vinho sustentadas em sistemas verticais, onde os valores de  $K_c$  podem ser obtidos em função da soma térmica e do espaçamento entre fileiras. O maior valor de  $K_c$  (0,82), nessa tabela, é semelhante ao obtido para cultivar Isabel Precoce e corresponde a um espaçamento entre fileiras igual a 1,8 m. Já para um espaçamento igual a 3,0 m, o valor máximo de  $K_c$  é de 0,49. Assim, espaçamentos menores correspondem a valores maiores de

$f_c$  e  $K_c$  e portanto, a uma maior demanda hídrica por área cultivada.

## Conclusões

A cultivar Isabel Precoce apresentou um valor médio de  $K_c$  igual a 0,81, sendo superior ao estimado para a cultivar BRS Carmem, que apresentou um  $K_c$  médio igual a 0,74.

O modelo empregado permite a simulação de valores de  $K_c$  para diferentes condições de cultivo.

## Agradecimentos

Os autores agradecem aos técnicos Isaac Jesus de Souza, do Centro de Seringueira e Sistemas Agroflorestais do Instituto Agronômico de Campinas (IAC), e Paulo Brambila, da Estação Experimental de Viticultura Tropical da Embrapa Uva e Vinho, pelo acompanhamento e pelas sugestões apresentadas durante as avaliações.

## Referências

- ALEM, H.M.; GOUVÊA, L.R.L.; SILVA, G.A.P.; OLIVEIRA, A.L.B. de; GONÇALVES, P. de S. Avaliação de clones de seringueira para a região noroeste do Estado de São Paulo. *Revista Ceres*, v.62, n.5, p.430-437, 2015.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. Estimating crop coefficients from fraction of ground cover and height. *Irrigation Science*, v. 28, p.17-34, 2009.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L.; RAES, D.; SMITH, M. *Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. Roma: FAO, 2006. 298p. (Estudios FAO: Riego y Drenaje, 56).
- BURT, C. *Wine grape irrigation management*. San Luis Obispo, ITRC, 2012. 17p.
- CAMARGO, U.A.; MAIA, J.D.G.; RITSCHER, P. *BRS Carmem: nova cultivar de uva tardia para suco*. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 64p. 2010.
- CAMARGO, U.A.; MAIA, J.D.G.; RITSCHER, P. *Embrapa Uva e Vinho: novas cultivares brasileiras de uva*. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 8p. 2008. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 84).
- CANCELA, J.J.; FANDIÑO, M.; REY, B.J.; MARTÍNEZ, E.M. Automatic irrigation system based on dual crop coefficient, soil and plant water status for *Vitis vinifera* (cv Godello and cv Mencía). *Agricultural Water Management*, v.151, p.52-63, 2015.
- CONCEIÇÃO, M.A.F. Ajuste do modelo de Hargreaves para estimativa da evapotranspiração de referência no noroeste paulista. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.7, n.5, p.306-316, 2013a.
- CONCEIÇÃO, M. A. F. *Crítérios para o manejo da irrigação de videiras em pequenas propriedades no noroeste paulista*. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2013b. 25 p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica, 98).
- CONCEIÇÃO, M. A. F. *Modelos para estimativa dos coeficientes ( $K_c$ ) de videiras irrigadas*. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2016. 14p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica, 132).
- FIDELIBUS, M. Managing water in California vineyards. *Growing Produce*, Willoughby, 27 ago. 2016. Disponível em: <http://www.growingproduce.com/fruits/grapes/managing-water-in-california-vineyards/>. Acesso em: 12 abr. 2017.

GOMES, F.P. A Lei de Mitscherlich e a análise da variância em experiências de adubação. **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, p.355-368, 1959.

HELLMAN, E. **Irrigation scheduling of grapevines with evapotranspiration data**. AgriLIFE Extension, Texas A&M University System. 6p. Disponível em: <http://winegrapes.tamu.edu/files/2015/11/irrigationscheduling.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2016.

LÓPEZ-URREA, R.; MONTORO, A.; MAÑAS, F.; LÓPEZ-FUSTER, P.; FERERES, E. Evapotranspiration and crop coefficients from lysimeter measurements of mature ‘Tempranillo’ wine grapes. **Agricultural Water Management**, v.112, p.13– 20, 2012.

MENDEZ-COSTABEL, M.P.; WILKINSON, K.L.; BASTIAN, S.E.P.; JORDANS, C.; MCCARTHY, M.; FORD, C.M.; DOKOOZLIAN, N.K. Effect of increased irrigation and additional nitrogen fertilisation on the concentration of green aroma compounds in *Vitis vinifera* L. Merlot fruit and wine. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v.20, p.80–90, 2014.

MOYER, M.; PETERS, R.T.; HAMMAN, R. **Conceptos básicos de riego para los viñedos del este de Washington**. Pullman: Washington State University, 2015. 14p.

POBLETE-ECHEVERRÍA, C.; SEPÚLVEDA-REYES, D.; ZÚÑIGA, M.; ORTEGA-FARIÁS, S. Grapevine crop coefficient (Kc) determined by surface renewal method at different phenological periods. **Acta Horticulturae**, v.1150, p.61-66, 2017.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM – SAS. **SAS/STAT Software Version 9.2**. Cary: SAS Institute Inc., 2008.

TEIXEIRA, A.H. de C.; BASTIAANSSEN, W.G.M.; BASSOI, L.H. Crop water parameters of irrigated wine and table grapes to support water productivity analysis in the São Francisco river basin, Brazil. **Agricultural Water Management**, v.94, p.31-42, 2007.

WILLIAMS, L. E. Irrigation of winegrapes in California. **Practical Winery & Vineyard**, v.23, p.42-55, 2001.

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**, v.132 p. 201–211, 2005.

ZAPATA, D.; SALAZAR, M.; CHAVES, B.; KELLER, M.; HOOGENBOOM, G. Estimation of the base temperature and growth phase duration in terms of thermal time for four grapevine cultivars. **International Journal of Biometeorology**, v.59, p.1771-1781, 2015.

## REFERENCIAÇÃO

CONCEIÇÃO, M. A. F.; TECCHIO, M. A.; SOUZA, R. T. de; SILVA, M. J. R. da; MOURA, M. F. Estimativa dos coeficientes de cultivo (KC) de videiras para suco. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v.25, n.1, p.203-210, 2017.

**Declaração:** os trabalhos estão sendo publicados nesse número de AGROMETEOROS (v.25, n.1, ago 2017) conforme foram aceitos pelo XX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, realizado de 14 a 18 de agosto de 2017, em Juazeiro, BA e Petrolina, PE, sem revisão editorial adicional da revista.



# Estimating crop coefficients (kc) for juice grapevines

Marco Antônio Fonseca Conceição<sup>1(\*)</sup>, Marco Antonio Tecchio<sup>2</sup>, Reginaldo Teodoro de Souza<sup>3</sup>, Marlon Jocimar Rodrigues da Silva<sup>4</sup>, Mara Fernandes Moura<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Pesquisador, Embrapa Uva e Vinho/EVT, Jales, SP, marco.conceicao@embrapa.br

<sup>2</sup>Professor Doutor, Universidade Estadual Paulista (UNESP/FCA), Botucatu, SP, tecchio@fca.unesp.br

<sup>3</sup>Pesquisador, Embrapa Uva e Vinho/EVT, Jales, SP, reginaldo.souza@embrapa.br

<sup>4</sup>Doutorando, UNESP/FCA, Botucatu, SP, marlonjocimar@gmail.com

<sup>5</sup>Pesquisadora Científica, Instituto Agrônômico de Campinas (IAC), Centro de Frutas, Jundiaí, SP, mouram@iac.sp.gov.br

(\*)Corresponding author

---

## ARTICLE INFO

### Article history:

Received 16 June 2017

Accepted 10 August 2017

### Index terms:

viticulture

irrigation

evapotranspiration

## ABSTRACT

The fraction of ground cover area ( $f_c$ ) has been used, in different regions, to estimate the crop coefficient ( $K_c$ ) of grapevines. The objective of this study was to estimate  $K_c$  values for juice grapevines based on  $f_c$ , in the northwestern region of São Paulo state conditions. The evaluations were carried out from August to November 2016 in Votuporanga, SP, with Isabel Precoce and BRS Carmem cultivars grafted on 'IAC 572' and 'IAC 766' rootstocks. The plants were conducted in vertical trellis system and irrigated by microsprinklers. The  $f_c$  values were obtained throughout the crop cycle and correlated to the degree days sum by regression models. The crop coefficients ( $K_c$ ) were obtained as a function of  $f_c$  based on Allen & Pereira (2009) model. For 'BRS Carmem',  $f_c$  values as a function of degree days increased continuously, according to a quadratic model, whereas for 'Isabel Precoce', the data were better adjusted to the Mitscherlich model, showing a rapid initial growth and stabilizing after approximately 500 °C day. The estimated mean  $K_c$  values for Isabel Precoce and BRS Carmem cultivars were 0.81 and 0.74, respectively. The model used in the evaluations allows the estimation of  $K_c$  values for different cultivation conditions.

© 2017 SBAGro. All rights reserved.

---

## CITATION

CONCEIÇÃO, M. A. F.; TECCHIO, M. A.; SOUZA, R. T. de; SILVA, M. J. R. da; MOURA, M. F. Estimativa dos coeficientes de cultivo ( $K_c$ ) de videiras para suco. *Agrometeoros*, Passo Fundo, v.25, n.1, p.203-210, 2017.

**Disclaimer:** papers are published in this issue of AGROMETEOROS (v. 25, n.1, aug 2017) as accepted by the XX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, held August 14-18, 2017 in Juazeiro, Bahia and Petrolina, Pernambuco, Brazil, without further revision by editorial board.