

# Comunicado Técnico 103

ISSN 1808-6802  
Setembro, 2010  
Bento Gonçalves, RS

Foto: Camila Cargnino.



## Consumo de água e coeficiente de cultura (Kc) para macieiras em Vacaria - RS

Marco Antônio Fonseca Conceição<sup>1</sup>  
Camila Cargnino<sup>2</sup>  
Gilmar Ribeiro Nachtigall<sup>3</sup>  
João Caetano Fioravanço<sup>4</sup>

### Introdução

As principais regiões produtoras de maçã do sul do Brasil apresentam elevados índices pluviométricos. Entretanto, é comum a ocorrência de períodos de déficit hídrico durante o ciclo da cultura nessas regiões, principalmente no final da primavera e durante o verão, o que pode prejudicar a qualidade e a produtividade comercial dos frutos.

Por essa razão, há uma demanda recente, por parte de produtores locais, pela instalação de sistemas de irrigação em suas áreas. Para isso, contudo, faz-se necessário conhecer o consumo

de água e o coeficiente de cultivo da cultura (Kc). Os valores de Kc são empregados na estimativa da evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>), por meio da expressão  $ET_c = K_c \cdot ET_o$ , em que ET<sub>o</sub> é a evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), calculada com base em dados meteorológicos.

Embora existam dados de Kc para macieiras na literatura (ALLEN et al., 2006), nem sempre esses valores publicados se ajustam às condições locais.

O objetivo do presente trabalho é determinar a necessidade hídrica e os valores de Kc para macieiras, sob as condições de Vacaria, RS.

<sup>1</sup>Eng. Civil, Dr., Pesquisador, Embrapa Uva e Vinho, Estação Experimental de Viticultura Tropical, Caixa Postal 241, CEP 15700-000, Jales, SP. E-mail: marcoafc@cnpuv.embrapa.br

<sup>2</sup>Agron., Graduada, Universidade de Caxias do Sul, Campus de Vacaria, CEP 95200-000, Vacaria, RS. E-mail: camila.cargnino@ibest.com.br

<sup>3</sup>Eng. Agrôn., Dr., Pesquisador, Embrapa Uva e Vinho, Estação Experimental de Fruticultura Temperada, Caixa Postal 1513, CEP 95200-000, Vacaria, RS E-mail: gilmar@cnpuv.embrapa.br.

<sup>4</sup>Eng. Agrôn., Dr., Pesquisador, Embrapa Uva e Vinho, Caixa Postal 130, CEP 95700-000 Bento Gonçalves, RS E-mail: fioravanco@cnpuv.embrapa.br.

## Metodologia

O trabalho foi desenvolvido na Estação Experimental de Fruticultura Temperada (EEFT), da Embrapa Uva e Vinho, localizada em Vacaria, RS (latitude 28°33'S, longitude 50°57'W, e 955 m de altitude).

As avaliações foram realizadas em plantas de nove anos da cultivar Royal Gala (*Malus domestica*) sobre porta-enxerto M9, espaçadas em 0,8 m x 3,8 m (3,0 m<sup>2</sup>/planta).

Foram empregados tensiômetros para o monitoramento da água no solo (Figura 1), instalados entre três pares de plantas às profundidades de 10 cm e 30 cm, correspondendo às camadas de 0 a 20 cm e de 20 cm a 40 cm, respectivamente.

O intervalo de 0 a 40 cm é onde se concentra a maior parte do sistema radicular da cultura (HOFFMANN; BERNARDI, 2004), correspondendo à profundidade efetiva (PE) das raízes, que é o valor empregado nos cálculos de dimensionamento e manejo da irrigação.



Figura 1 – Tensiômetro utilizado no experimento. Vacaria, RS, 2009.

Com base nos valores obtidos com os tensiômetros, determinou-se a umidade do solo empregando-se as curvas de retenção de água no mesmo (Figuras 2 e 3) e as equações 1 e 2, que correspondem aos

valores das camadas de 0 a 20 cm e de 20 cm a 40 cm, respectivamente:

$$U=100*\{0,362+(0,252)/[(1+(0,183*T))^{1,6402}]\}^{0,3903} \quad (1)$$

$$U=100*\{0,361+(0,178)/[(1+(0,156*T))^{1,6438}]\}^{0,3917} \quad (2)$$

sendo:

U – umidade do solo (% volume);

T – tensão da água no solo (kPa).

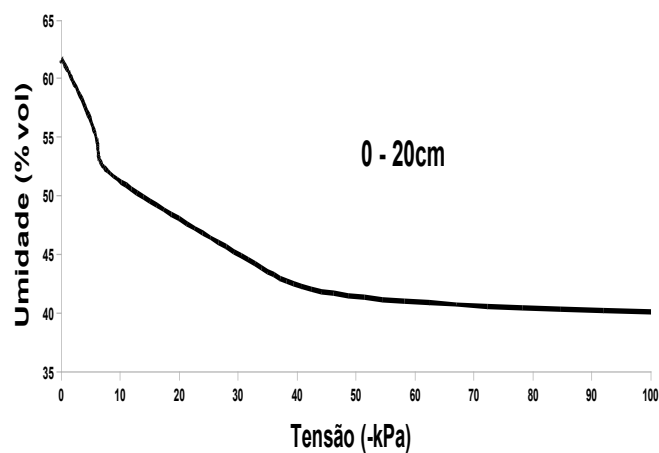


Figura 2 – Curva de retenção da água no solo para a camada de 0 a 20 cm de profundidade. EEFT, Vacaria, RS. Fonte dos dados: Gilmar Ribeiro Nachtigall.

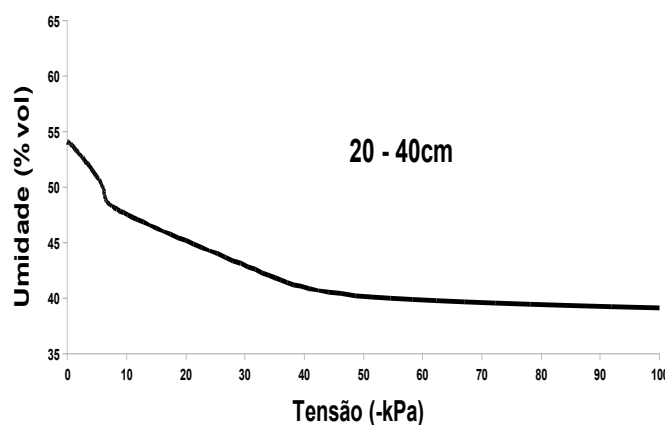


Figura 3 – Curva de retenção da água no solo para a camada de 20 a 40 cm de profundidade. EEFT, Vacaria, RS. Fonte dos dados: Gilmar Ribeiro Nachtigall.

A evapotranspiração da cultura (ETc) foi obtida utilizando-se o método do balanço hídrico, de acordo com o modelo da FAO (ALLEN et al., 2006), considerando-se períodos mensais.

Os valores dos coeficientes da cultura (Kc) foram obtidos dividindo-se a ETc pela evapotranspiração de referência (ETo) de cada período.

A ETo foi calculada empregando-se a metodologia de Penman-Monteith (ALLEN et al., 2006), a partir de dados obtidos na estação meteorológica da EEFT, onde também foram coletados os dados da precipitação pluvial.

Os valores da evapotranspiração da cultura (ETc) e dos coeficientes da cultura (Kc) foram determinados entre os dias 20 de novembro de 2008 e 30 de abril de 2009, que corresponderam, respectivamente, aos períodos de crescimento de fruto até o pós-colheita. No presente trabalho, a colheita foi realizada em meados de fevereiro de 2009.

## Resultados e Discussão

Os valores diários da evapotranspiração de referência (ETo) oscilaram entre 1,3 mm/dia e 6,1 mm/dia, com média de 3,5 mm/dia. Já os valores médios mensais de ETo variaram entre 2,5 mm/dia e 4,1 mm/dia (Figura 4).

A evapotranspiração da cultura (ETc) diária variou entre 0,3 mm/dia a 4,5 mm/dia, com média de 1,9 mm/dia. Os valores médios mensais de ETc oscilaram entre 0,6 mm/dia e 3,0 mm/dia (Figura 4).

A evapotranspiração de referência (ETo) reflete a demanda hídrica da atmosfera. Assim, a ETo será maior quanto maior forem a radiação solar, a temperatura do ar, a velocidade do vento e quanto menor for a umidade relativa do ar.

Assim, os períodos de maior demanda hídrica

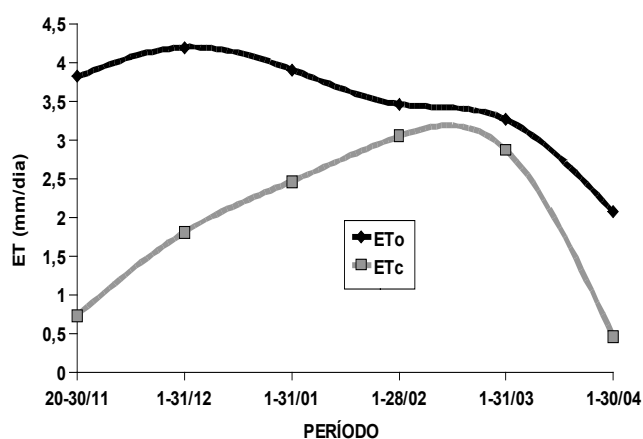


Figura 4 – Valores médios mensais da evapotranspiração de referência (ETo) e da evapotranspiração da cultura (ETc) de macieiras cv. Royal Gala. Vacaria, RS, 2008-2009.

atmosférica e, conseqüentemente, com maiores valores médios de ETo, foram o final de novembro e o mês de dezembro (Figura 4). A partir de janeiro, esses valores começaram a cair, sendo que no mês de abril a ETo atingiu seu valor mínimo, que foi de 2,5 mm/dia (Figura 4).

Já a ETc representa a demanda de água das plantas. Essa demanda depende não só da ETo, mas, também, do comportamento fisiológico da planta e da sua área foliar, uma vez que a maior parte da transpiração ocorre através das folhas.

Observa-se na Figura 4, que os maiores valores médios de ETc ocorreram nos meses de janeiro, fevereiro e março, quando a área foliar da cultura atingiu seu nível máximo e as folhas apresentaram maior eficiência no processo de transpiração.

No início do ciclo da cultura, a área foliar ainda estava em desenvolvimento, refletindo-se nos menores de valores de ETc (Figura 4).

No final do ciclo os valores de ETc, também foram baixos (Figura 4). Isso ocorreu não só devido à queda de folhas, mas ao processo de envelhecimento das mesmas, uma vez que folhas mais velhas apresentam, normalmente, menor eficiência fotossintética e maior resistência estomática, o que dificulta o processo de transpiração.

O coeficiente mensal da cultura (Kc) variou entre 0,19 e 0,88, com média igual a 0,58. Como se observa na Figura 5, o seu comportamento durante o ciclo da cultura é semelhante ao da ETc (Figura 4).

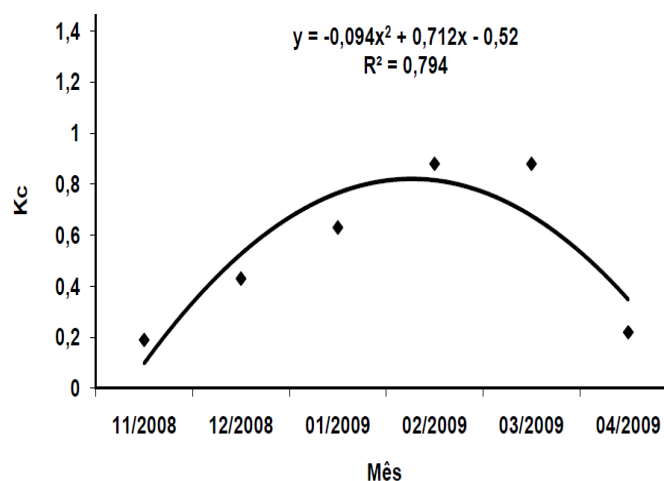


Figura 5 – Coeficiente mensal da cultura (Kc) para macieira Royal Gala. Vacaria, RS, 2008-2009.

## Considerações Gerais

Nos meses de maior consumo de água, a evapotranspiração média da cultura (ETc) variou de 2,0 mm/dia a 3,0 mm/dia, aproximadamente (Figura 4). Isso equivale a uma demanda média diária de 20.000 L/hectare a 30.000 L/hectare, respectivamente.

Para fins práticos de irrigação, os valores de Kc costumam ser arredondados em múltiplos de 0,05. Dessa forma, os Kcs médios obtidos no presente trabalho estão apresentados na Tabela 1. Para efeito de comparação, são, também, apresentados na Tabela 1 os valores recomendados para a macieira nas condições do Chile.

**Tabela 1 – Valores do coeficiente da cultura (Kc) para macieiras em Vacaria (RS) e no Chile\*.**

MÊS	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR
Kc Vacaria	0,20	0,45	0,65	0,90	0,90	0,25
Kc Chile	0,55	0,80	0,90	0,90	0,85	0,65

\*Informação pessoal fornecida pelo Prof. Samuel Ortega-Farias, da Universidad de Talca, no Chile.

Nota-se que os valores recomendados no Chile para o início e o final do ciclo são superiores aos obtidos em Vacaria. Entretanto, nos períodos de maior consumo hídrico, os valores de Kc no Chile são semelhantes aos obtidos no presente trabalho, permanecendo em torno de 0,90 (Tabela 1).

O uso dos valores recomendados para o Chile poderia, assim, superestimar a ETc nas fases iniciais

e finais do ciclo da cultura, o que resultaria na aplicação excessiva de água, caso fosse empregada a irrigação.

Ressalta-se, dessa maneira, a importância de se ajustar o coeficiente da cultura (Kc) para as condições de cada local. Isso porque esses valores podem variar conforme o tipo de solo, a cultivar, o porta-enxerto, o sistema de condução, o espaçamento entre plantas e a cobertura do solo, entre outros fatores.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à FINEP, à ABPM e ao CNPq, pelo apoio financeiro durante o desenvolvimento do projeto “INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS PARA A MODERNIZAÇÃO DO SETOR DA MAÇÃ – INOVAMAÇÃ; e ao Prof. Samuel Ortega-Farias, pelas informações referentes à irrigação de macieiras no Chile.

## Referências

- 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. 298 p. (Estudios FAO: Riego y Drenaje, 56).
- HOFFMANN, A.; BERNARDI, J. Aspectos botânicos. In: NACHTIGALL, G. R. (Ed.). **Maçã: produção**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 17-24.

### Comunicado Técnico, 103

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Uva e Vinho**  
 Rua Livramento, 515 - Caixa Postal 130  
 95700-000 Bento Gonçalves, RS  
 Fone: (0xx) 54 3455-8000  
 Fax: (0xx) 54 3451-2792  
<http://www.cnpuv.embrapa.br>

1ª edição  
 1ª impressão (2010): 1000 exemplares

### Comitê de Publicações

**Presidente:** Mauro Celso Zanus  
**Secretária-Executiva:** Sandra de Souza Sebben  
**Membros:** Alexandre Hoffmann, César Luís Girardi, Flávio Bello Fialho, Henrique Pessoa dos Santos, Kátia Midori Hiwatashi, Thor Vinícius Martins Fajardo e Viviane Maria Zanella Bello Fialho

### Expediente

**Tratamento das ilustrações:** Alessandra Russi  
**Normatização bibliográfica:** Kátia Midori Hiwatashi