

RELAÇÕES ENTRE FLUXO DE SEIVA DE MACIEIRAS EM POMAR IRRIGADO, ÁREA FOLIAR E EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA

Luiz R. ANGELOCCI¹, Charles VALANCOGNE², Nilson A. VILLA NOVA¹,
Antonio R. PEREIRA¹

RESUMO

Foram ajustadas equações de regressão entre o fluxo de seiva diário de macieiras em pomar em renque e a variável composta (ETo.AF), em que ETo é a evapotranspiração de referência estimada pelo método de Penman-Monteith e AF é a área foliar das árvores. Foram feitos também ajustes entre a densidade diária de fluxo de seiva (por unidade de área foliar) e ETo. Forçou-se a passagem das equações pelo zero, obtendo-se um coeficiente K. Foram testados ajustes com duas formas de cálculo do déficit diário de saturação do ar (DSVA) para a estimativa de ETo. Os coeficientes variaram pouco entre os meses quando são comparados os resultados obtidos para uma determinada forma de cálculo de DSVA, mas ocorreu variação da ordem de 20% quando, dentro de cada mês, são comparados resultados obtidos a partir das duas formas de cálculo. Os melhores ajustes ocorreram para a relação entre densidade de fluxo e (ETo.AF).

INTRODUÇÃO

Sob condições ideais de água no solo, o fluxo de seiva de uma árvore computado para 24 horas, representa bem a transpiração diária, sendo informação útil no manejo da irrigação de pomares. O método do balanço de calor para determinação do fluxo de seiva (Sakuratani, 1981) tem sido aperfeiçoado nos últimos anos e utilizado em herbáceas e lenhosas. Valancogne e Nasr (1989, 1993) demonstraram que o método permite determinação do fluxo de seiva de macieiras de pequeno porte. Valancogne et al. (1993) utilizaram-no em pomares de macieira em renque no SW da França, para estudar as relações entre a transpiração máxima e as condições climáticas. Angelocci e Valancogne (1993) encontraram nesses pomares uma relação linear entre o fluxo diário de seiva e a área foliar das árvores, dependente das condições de demanda hídrica da atmosfera. Apesar do seu potencial, o método tem sido mais empregado em trabalhos de pesquisa, pois o sensor exige acompanhamento especializado. Além disso, persistem ainda dúvidas de caráter teórico sobre suas fontes de erro e sua aplicabilidade em certas espécies.

A estimativa da perda de água de superfícies vegetadas através de elementos meteorológicos, tem sido objeto de estudos, pois pode ser uma alternativa mais simples que a determinação direta. Uma das formas recomendadas pela FAO é o uso de coeficientes de cultura (Kc), relacionando a perda máxima de água à evapotranspiração de referência (ETo). A FAO recomenda o uso da equação de Penman-Monteith na estimativa de ETo considerando uma cultura de referência hipotética (Smith, 1991). No caso de frutíferas, o uso de Kc é mais problemático, pois as diferenças de porte, área foliar, geometria da árvore e de plantio, que condicionam o grau de perda de água, é muito variável em função de variedades, sistema de condução e idade do pomar.

Neste trabalho são apresentados resultados das relações entre fluxo diário de seiva em macieiras em boas condições hídricas, evapotranspiração de referência e área foliar durante a estação de crescimento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado entre julho e outubro de 1988 no domínio de Castang (lat. 44° 51' N, long. 0° 30' E, alt. 27 m), SW da França, em pomar de macieiras cv. Granny Smith com porta-enxerto M9, cultivado em renque (orientação N-S) no espaçamento 1,0 X 4,0 m, com irrigação por gotejamento. A parcela estudada ocupava 3,5 ha no centro de uma área de 66 ha com macieiras.

¹Professor Associado, Depto. de Física e Meteorologia, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, C. P. 9, CEP 13418-900, Piracicaba, SP. E-mail: lrangelocci@carpa.ciagri.usp.br. Bolsistas do CNPq.

²Pesquisador Científico, Laboratoire de Bioclimatologie, Centre de Recherches Agronomiques de Bordeaux Institut National de la Recherche Agronomique, B.P. 81, 33883 Villenave D'Ornon Cedex, France.

Foram selecionadas 6 árvores representativas do pomar, com área foliar entre 4,7 e 11,3 m² (Angelocci e Valancogne, 1993). As medidas de fluxo de seiva pelo método de balanço de calor, obtidas a cada 20 minutos, foram integradas para 24 horas, de acordo com a metodologia descrita em Angelocci (1996). Os valores ETo foram estimados pelo método de Penman-Monteith, de acordo com os procedimentos recomendados pela FAO (Smith, 1991), utilizando-se a seguinte equação para 24 horas:

$$ETo = 1/\lambda [(\Delta / \Delta + \gamma^*) \cdot (Rn - G)] + \{ [\gamma / (\Delta + \gamma^*)] [900 / (T + 273)] \cdot U_2 \cdot DSVa \}$$

na qual Δ é a declividade da curva de pressão de saturação em função da temperatura, Rn o fluxo do saldo de radiação, G o de calor no solo, U_2 média diária da velocidade do vento à altura de 2 m acima da superfície, DSVa o déficit de pressão de vapor do ar, T a temperatura média do ar, λ (=2,45 MJ.kg⁻¹) o calor latente de vaporização da água, γ a constante psicrométrica, e γ^* (= 1 + 0,33 U_2) a constante psicrométrica modificada.

Os dados meteorológicos foram coletados em estação a cerca de 12 km do local do experimento, ambos os locais em altitudes muito próximas. A velocidade do vento medida a 10 m de altura foi reduzida para 2 m. Sendo a forma de cálculo do DSVa uma das fontes de erro na estimativa de ETo, tal valor foi obtido de duas maneiras, como forma de comparação:

FORMA 1 : (Smith, 1991) DSVa = (e_{a(Tmax)} + e_{a(Tmin)})/2 - (e_{d(Tmax)} + e_{d(Tmin)})/2
FORMA 2 : Média diária a partir dos valores médios horários.

O fluxo diário de seiva (FS) por unidade de área foliar (AF) de cada árvore foi correlacionado com ETo, para cada mês, descartando-se dias nos quais o potencial da água da folha ultrapassou o valor de -2,0 MPa, considerado como indicador de déficit hídrico. Foram comparadas duas formas de correlação com essas variáveis, conforme as expressões abaixo:

$$FS / AF = K \cdot ETo$$

$$FS = K \cdot (ETo \cdot AF)$$

sendo K o coeficiente angular da reta de regressão, forçada a passar pela origem dos eixos. Na segunda alternativa usou-se uma variável composta (ETo . AF), com unidade de mm. d⁻¹.m⁻², sendo introduzida por ela apresentar valores melhor distribuídos no campo de variação do que a variável ETo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra as equações mensais de regressão considerando a variável ETo e a composta ETo.AF, com o estimativa de ETo usando as duas formas de cálculo de déficit de saturação de vapor do ar.

Tabela 1. Equações de regressão mensais entre fluxo de seiva das árvores (FS, em kg d⁻¹) e ETo.AF (em mm d⁻¹) e entre densidade de fluxo de seiva (DS, em kg d⁻¹ m⁻² folha) e ETo (mm d⁻¹), para as duas formas de cálculo do déficit de saturação de pressão de vapor (DSVA).

	FORMA 1 DE DSVa		FORMA 2 DE DSVa	
JULHO	FS = 0,386 . (ETo.AF)	r ² = 0,796	FS = 0,467 . (ETo.AF)	r ² = 0,863
	DS = 0,379 . ETo	r ² = 0,553	DS = 0,469 . ETo	r ² = 0,663
AGOSTO	FS = 0,382 . (ETo.AF)	r ² = 0,584	FS = 0,493 . (ETo.AF)	r ² = 0,767
	DS = 0,383 . ETo	r ² = 0,378	DS = 0,508 . ETo	r ² = 0,633
SETEMBRO	FS = 0,406 . (ETo.AF)	r ² = 0,662	FS = 0,543 . (ETo.AF)	r ² = 0,758
	DS = 0,392 . ETo	r ² = 0,595	DS = 0,532 . ETo	r ² = 0,672

Ocorreram bons ajustes em todos os casos, com diferenças pequenas dos coeficientes de ajuste K entre os diferentes meses, quando são comparados os resultados obtidos a partir de uma mesma forma de cálculo de DSVa. Entretanto, quando são comparados os resultados obtidos pelas diferentes formas de cálculo de DSVa, observa-se diferenças marcantes entre os coeficientes, causados pelos maiores valores de déficit de saturação estimados pela forma 1. Considerando-se a pequena variação dos coeficientes mensais, foram ajustadas regressões para os dados agrupados para os três meses (Figura 1).

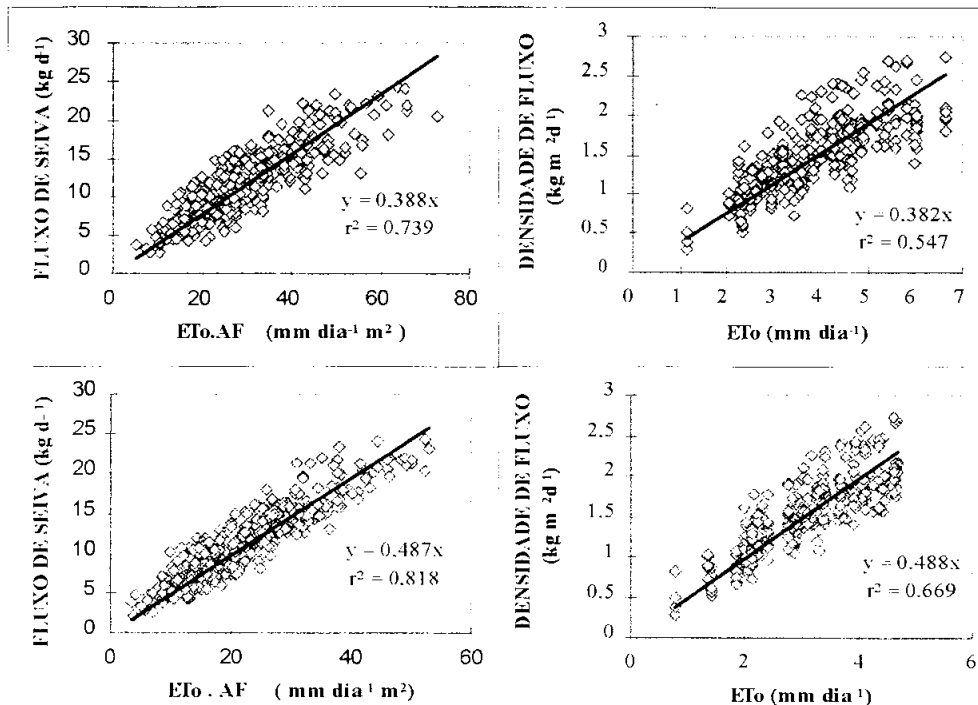


Figura 1. Relações fluxo e densidade de fluxo de seiva com as variáveis (ETo.AF) e ETo considerando-se a forma 1 (figuras superiores) e forma 2 (inferiores) de cálculo de DSVa, para o período julho-setembro.

O coeficiente de ajuste foi o mesmo quando se usou a variável composta ETo.AF apenas ETo, o que é esperado pelo fato de que, no uso desta última, a área foliar passou a fazer parte da variável independente (densidade de fluxo). Entretanto, o uso da variável composta resultou em um ajuste melhor, indicado pelos maiores coeficientes de determinação r^2 , porque tem-se uma melhor distribuição de valores no campo de variação dessa variável.

Os resultados indicam a possibilidade de se estimar a transpiração máxima de macieiras em pomares a partir de ETo, além da área foliar, mas os coeficientes de ajuste são bastante dependentes da forma de cálculo do valor diário do déficit de saturação de vapor. Além disso, a geometria das árvores e de plantio que afetam a interceptação de radiação solar e devem ter um efeito grande nesses coeficientes, sendo que os valores aqui obtidos são aplicáveis somente para o pomar estudado ou para pomares a ele idênticos.

BIBLIOGRAFIA

- ANGELOCCI, L.R. Estimativa da transpiração máxima de macieiras (*Malus* spp.) em pomares pelo modelo de Penman-Monteith. **Tese de Livre-Docência**, ESALQ/USP, 1996, 103 p.
- ANGELOCCI, L.R. ; VALANCOGNE, C. Leaf area and water flux in apple trees. **Journal of Horticultural Science**, v. 68, n.2, p.299-307, 1993 .
- SAKURATANI, T. A heat balance method for measuring water sap flow in the stem of intact plant. **Journal of Agricultural Meteorology**, v. 37, p. 9-17, 1981.
- SMITH, M. **Report on the expert consultation on procedures for revision of FAO guidelines for prediction of crop water requirements**. FAO, Rome, 36 pp. 1991.
- VALANCOGNE, C.; NASR, Z. Une méthode de mesure du débit de sève brute dans de petits arbres par bilan de chaleur. **Agronomie**, v. 9, p. 609-617, 1989.
- VALANCOGNE, C.; NASR, Z. A heat balance method for measuring sap flow in small trees. In: BORGHETTI, M.; GRACE, J.; RASCHI, A. (eds.). **Water transport in plants under climatic stress**. Cambridge University Press, p. 166-173. 1993.