

TRANSPIRAÇÃO DE MACIEIRAS A PARTIR DO GRADIENTE DE POTENCIAL DE ÁGUA ENTRE O AR ATMOSFÉRICO E A FOLHA

André Belmont Pereira¹; Nilson Augusto Villa Nova²

¹Eng. Agrônomo, Prof. Associado, Dep. de Agronomia, UEPG, Ponta Grossa – SP, Fone: (0xx42) 32203777,

andre.pereira@pq.cnpq.br

²Eng. Agrônomo, Prof. Associado, Dep. de Ciências Exatas, ESALQ/USP, Piracicaba – SP

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007 – Aracaju – SE

RESUMO – A tomada de água pelas raízes de espécies vegetais cultivadas vem a ser uma resposta fisiológica da planta ao processo de perda de água através de seus estômatos. Conhecer a transpiração possibilita a determinação da quantidade ideal de água a ser aplicada no momento certo com vistas à maximização da produção. Como a medida direta da transpiração no campo, principalmente em árvores, constitui procedimento que envolve dificuldade operacional e custo relativamente elevado, propôs-se neste estudo uma metodologia de cálculo da transpiração diária de macieiras a partir de variáveis do meio físico e da planta. As variáveis de entrada do modelo proposto compreendem a temperatura do ar, a umidade relativa do ar, a duração do fotoperíodo e a área foliar da árvore. Taxas de transpiração estimadas com base no gradiente de potencial água entre o ar e a câmara estomática das folhas foram comparadas com valores diários de fluxo de seiva de macieiras determinados através do método de balanço de calor na região de Bordeaux, sudoeste da França. O método apresentou estimativas altamente comparáveis às medidas de fluxo de seiva em pomares de macieiras irrigados por gotejamento, visto que os coeficientes de determinação das equações de regressão obtidas foram de 0,947 em 1988 e 0,974 em 1989.

Palavras-chave: transpiração, potencial químico, resistência estomática, macieiras, tempo.

TRANSPARATION OF APPLE TREES BY A WATER POTENTIAL GRADIENT BETWEEN AIR AND LEAF APPROACH

ABSTRACT - The uptake of water from the roots of crops comes to being a physiological response of the plant to the water loss process through its stomata. Getting to know the daily transpiration rates throughout of the phenological cycle allows for the application of the ideal amount of irrigation water at the right moment to maximize production with environmental protection. Since transpiration direct measurements at the field, mainly for trees in general, are to be of operational difficulty and relatively high cost we came up with a methodology that allows one to calculate the daily transpiration rates of apple trees from variables of both the physical environment and the plant. The input data of the proposed model are air temperature, relative humidity, photoperiod duration, and leaf area. Estimated transpiration rates based on the water potential gradient between air and leaf approach were comparable to apple trees sap flow daily values obtained by means of the heat balance method at Bordeaux, France. The method revealed a high precision under drip irrigation, with determination coefficients above 0.94 for 1988/1989.

Keywords: transpiration, chemical potential, diffusive resistance, apple trees, weather.

1. INTRODUÇÃO

A transpiração de plantas é uma variável dependente do clima, do solo e da planta, sendo, portanto de difícil medida no campo, principalmente em pomares. Pesquisadores estrangeiros demonstraram que para macieiras de pequeno porte e sem deficiência hídrica no solo, o fluxo de seiva determinado pelo método de balanço de calor pode representar bem as taxas diárias de transpiração. Apesar da grande aceitação dos métodos baseados no fornecimento de calor ao tronco ou ramos de árvores, estes apresentam certas restrições para uso rotineiro em pomares de frutíferas. Para aplicações práticas, é altamente desejável a utilização de modelos de estimativa de taxas de transpiração que levam em consideração elementos meteorológicos e parâmetros da planta, tais como área foliar ou índice de área foliar.

Assim, propõe-se no presente estudo uma nova metodologia para cálculo da transpiração diária em pomares de macieiras a partir dos seguintes elementos meteorológicos e parâmetro da planta: umidade relativa média do ar, temperatura média do ar, duração do fotoperíodo e área foliar da árvore. A metodologia proposta apóia-se nas diferenças existentes entre o potencial de vapor d'água no ar atmosférico e na câmara estomática das folhas do dossel. Sua utilização como uma ferramenta para maximização da produção com melhor aproveitamento dos recursos hídricos mostrou-se altamente viável devido à tecnologia de medida de fluxos de seiva adotada nos estudos de ANGELOCCI (1996) em árvores de macieira.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Considere-se o potencial de vapor d'água na atmosfera (Ψ) definido de acordo com a equação proposta por VILLA NOVA et al. (1996):

$$\Psi = 4,55.T.Ln\left(\frac{UR}{100}\right) \quad (1)$$

Sendo: Ψ = potencial de água do ar atmosférico (atmosferas); T = temperatura do ar (K); UR = umidade relativa do ar (%).

A equação (1) define o valor da energia potencial do vapor d'água por unidade de volume de ar atmosférico. Considerando-se que uma atmosfera = 98,1 Joule metro de ar úmido⁻³ e substituindo-se o referido fator de conversão de unidade em (1), teremos:

$$\Delta\Psi = 44,6.T.Ln\left(\frac{UR}{100}\right) \quad (2)$$

Na equação (2), $\Delta\Psi$ expressa o valor da energia livre por unidade de volume (Joule metro⁻³) de ar atmosférico disponível para a transpiração estomática. Supondo-se que o dossel tenha uma resistência estomática r_v (s m⁻¹) e sendo o calor latente de vaporização da água igual a $2,45 \times 10^6$ Joule litro⁻¹, a taxa de transpiração diária calculada em litros por árvore por dia (T_c) será definida por:

$$T_c = \frac{44,6.T.Ln\left(\frac{UR}{100}\right).N.3600.Af}{r_v.2,45.10^6} \quad (3)$$

Ou ainda simplificando,

$$T_c = - \frac{0,655 \cdot T \cdot \ln\left(\frac{UR}{100}\right) \cdot N \cdot Af}{rv} \quad (4)$$

Onde Af é a área foliar da árvore em metro quadrado por planta, N é a duração do fotoperíodo em horas, e 3600 é o fator de conversão de N em segundos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os resultados de transpiração de macieiras (ANGELOCCI, 1996) para árvores de diferentes áreas foliares durante a safra agrícola 1988-1989. Dados médios diários de temperatura do ar (T , °C) e déficit de saturação (Δe , kPa) também são relatados.

Tabela 1 – Dados meteorológicos e transpiração medida (TM, l arv⁻¹ dia⁻¹) em seis árvores de macieira obtidos na região de Bordeaux, França, durante a safra 1988-1989.

DJ	Dados Meteorológicos		Arv. 1	Arv. 2	Arv. 3	Arv. 4	Arv. 6
	T	Δe	Af= 9,3 m ²	Af= 11,3 m ²	Af= 4,7 m ²	Af= 7,5 m ²	Af= 8,1 m ²
			TM	TM	TM	TM	TM
184	16,8	0,15	7,3	8,9	3,7	5,9	6,4
186	18,5	0,49	10,9	13,2	5,5	8,8	9,5
188	19,3	0,56	15,1	18,3	7,6	12,2	13,2
191	19,5	0,64	15,3	18,6	7,7	12,3	-
192	21,3	0,83	17,8	21,7	9,0	14,4	-
198	17,6	0,54	12,8	15,6	6,5	10,4	11,2
199	19,1	0,70	16,0	19,5	8,1	12,9	14,0
200	20,5	0,75	16,6	20,2	8,4	13,4	14,5
201	21,9	0,78	12,8	15,5	6,5	10,3	11,1
203	22,2	0,54	14,0	17,1	7,1	11,3	12,2
205	23,4	0,50	10,9	13,2	5,5	8,8	9,5
206	19,1	0,62	15,0	18,2	7,6	12,1	13,0

DJ	Dados Meteorológicos		Arv. 1	Arv. 2	Arv. 3	Arv. 4
	T°C	Δe	Af= 9,3 m ²	Af= 11,3 m ²	Af= 4,7 m ²	Af= 7,5 m ²
			TM	TM	TM	TM
182	20,7	0,65	36,9	28,1	14,0	8,6
184	19,7	1,01	54,1	41,2	20,5	12,6
185	22,5	1,41	57,6	43,9	21,8	13,4
187	21,8	0,58	32,8	25,0	12,4	7,6
190	19,4	0,29	15,4	-	5,8	3,6
191	20,6	0,51	29,4	22,4	11,1	6,8
192	20,5	0,74	38,9	29,7	14,7	9,1
193	21,6	1,05	47,5	36,2	18,0	11,1
194	21,9	1,15	51,8	39,5	19,6	12,1
195	20,8	0,73	35,9	27,4	13,6	8,4
197	23,9	1,88	59,7	45,5	22,6	13,9

Estimativa dos valores de resistência estomática (r_v)

As estimativas de resistência estomática r_v foram obtidas a partir da equação (4), de acordo com 12 datas selecionadas nos anos de 1988 e 1989. Estes dados são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Resistência estomática r_v ($s\ m^{-1}$) para doze datas (DJ, Dia Juliano) ao longo dos anos de 1988 e 1989. Dados coletados na França por ANGELOCCI (1996).

ANO	DJ	Δe (kPa)	T (K)	UR (%)	N (horas)	TM	Af	r_v
1	184	0,15	289,8	92	15	7,8	9,3	283
	186	0,49	291,5	77	15	11,7	9,3	480
9	191	0,68	292,5	73	15	16,7	7,3	510
8	198	0,70	292,1	68,3	15	17,9	9,3	570
8	200	0,75	293,5	68,9	15	17,8	9,3	550
	205	0,50	296,4	82,6	15	9,7	9,3	474
1	185	1,41	295,5	48	15	58,8	20,6	750
	187	0,58	294,8	78	15	31,4	20,6	470
9	191	0,51	293,6	79	15	29,4	20,6	476
8	192	0,74	293,5	69,2	15	38,3	20,6	610
9	193	1,05	294,6	59,3	15	45,6	20,6	680
	194	1,15	294,9	56,2	15	47,7	20,6	420

É fato reconhecido que r_v é altamente dependente da demanda atmosférica, a qual é uma função do déficit de saturação do ar Δe . A relação de dependência entre r_v e Δe pode ser expressa pela seguinte equação de regressão linear simples, associada a um coeficiente de determinação de 0,914.

$$r_v = 34,401 \Delta e + 29,139 \quad (5)$$

A partir das equações (4) e (5) obtém-se a equação da transpiração calculada (TC), a qual tem como variáveis predictoras a umidade relativa do ar, a média do déficit de saturação do ar e a área foliar da árvore. Assim, tem-se que:

$$Tc = \frac{0,655 \cdot T \cdot \ln\left(\frac{UR}{100}\right) \cdot N \cdot Af}{34,401 \cdot \Delta e + 29,139} \quad (6)$$

Na Figura 1 demonstra-se a correlação entre TC (transpiração calculada pela metodologia em estudo) e TM (transpiração medida pelo método de balanço de calor), a qual revela alto grau de precisão do modelo proposto para fins de planejamento da irrigação localizada em pomares de macieiras.

4. CONCLUSÕES

É possível estimar com muito boa aproximação os fluxos de seiva (transpiração) diários ao longo do ano em função de temperatura do ar, fotoperíodo, umidade relativa do ar, déficit de saturação do ar e área foliar de árvores de macieiras.

A metodologia proposta precisa ser calibrada, considerando-se medidas iniciais de fluxos de seiva diários em árvores de diferentes tamanhos, sob condições climáticas diversas.

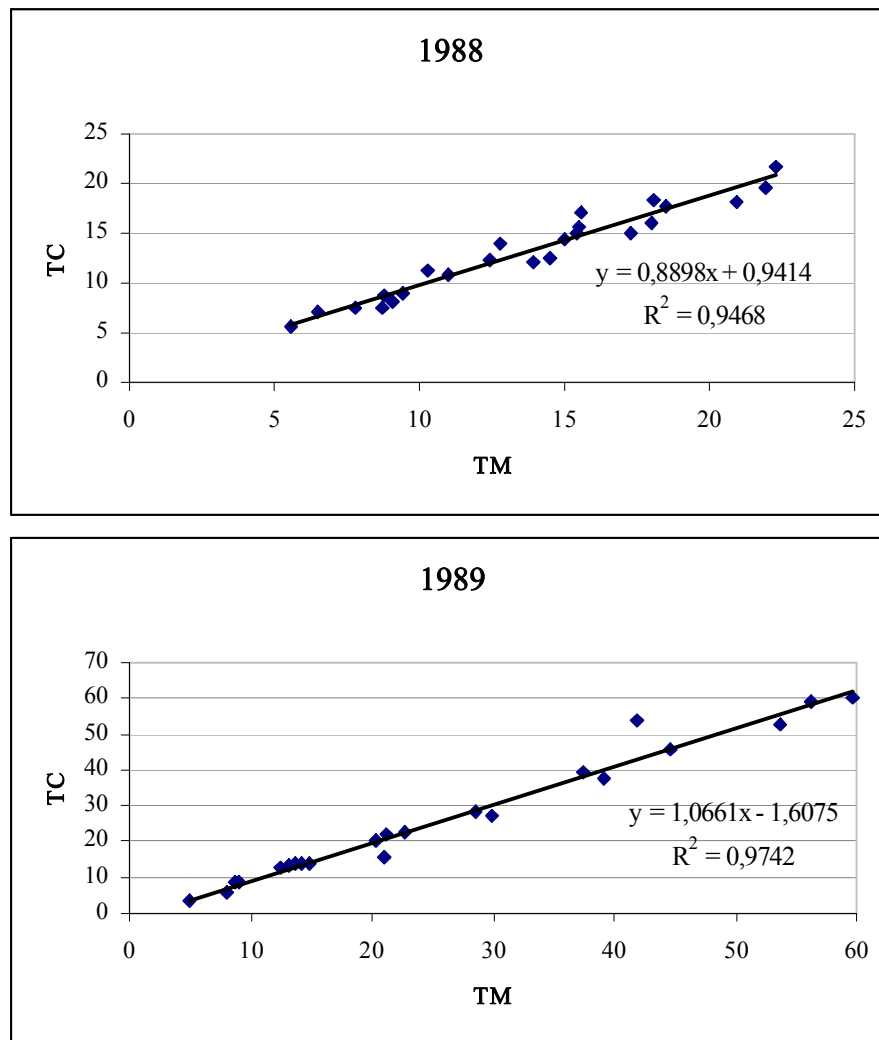


Figura 1 – Confronto entre transpiração calculada (TC) e medida (TM) em litros por árvore por dia durante a safra agrícola 1988-1989 na região de Bordeaux, França.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGELOCCI, L.R. Estimativa da transpiração máxima de macieiras (*Malus spp*) em pomares pelo modelo de Penman-Monteith. 1996. 95 p. Tese (Livre Docência) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

VILLA NOVA, N.A.; BACCHI, O.O.S.; REICHARDT, K. Potencial de água no sistema solo-planta estimado através da fase vapor. **Scientia Agrícola**, v.53, n.1, p.194-198, 1996.