

MÉTODO DE ESTIMATIVA DO CONSUMO HÍDRICO EM ÁRVORES DE CITROS, PARA FINS DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

Nilson Augusto Villa Nova¹, Luiz Roberto Angelocci¹, Fábio Ricardo Marin², Paulo Cesar Sentelhas¹

ABSTRACT – The objective of this study was to present a new method, based on Penman-Monteith approach, to determine transpiration of acid lime ‘Tahiti’ trees. The method uses net radiation, air temperature, leaf area, and canopy porosity. Sap flux data from two acid lime trees (one with leaf area = 48 m² and another with 99 m²) were used as an indicator of true transpiration. Estimated and measured transpiration for each tree were compared by regression analysis and results showed a high degree of dependence between them, suggesting that the new method can be used as a tool for determining water requirements in dripping irrigation.

INTRODUÇÃO

Com o advento da cobrança de utilização de água e com o aumento da relação demanda/oferta, em face do incremento da irrigação em todas as áreas, a irrigação localizada, a qual utiliza menos água do que a por aspersão, vem ganhando grande importância no contexto da agricultura irrigada nacional.

Assim sendo, para a condição de 178 árvores por hectare (espaçamento 7x8 m), uma árvore adulta de lima ácida ‘Tahiti’ (com 90 m² de área foliar) consome cerca de 100 litros diários, segundo recentes observações realizadas por Marin et al. (2004). Desse modo, para um hectare teríamos um consumo de 178 x 100 = 17.800 Lha⁻¹dia⁻¹. Pelo processo convencional de irrigação por aspersão, uma lâmina usual de 5 mm dia⁻¹ resultaria em um consumo de 5 Lm⁻² x 1.000 = 50.000 litros diários, ou seja, 2,8 vezes maior (50.000/17.800).

Baseando-se nesse exemplo, o presente trabalho teve por objetivo se desenvolver e testar um método de determinação do consumo hídrico para árvores de citros, levando-se em consideração aspectos relativos às condições meteorológicas e às características das plantas.

MATERIAL E MÉTODOS

De acordo com o trabalho desenvolvido por Villa Nova et al. (2004), a evapotranspiração potencial pode ser calculada com excelente aproximação daquela obtida pelo método de Penman-Monteith pela equação:

$$E = \frac{R_n - G}{\lambda(2 - w)} \quad (1)$$

em que E é a evapotranspiração potencial (Lm⁻²dia⁻¹), R_n o saldo de radiação (MJm⁻²dia⁻¹), G ≈ 0, λ o calor latente de vaporização (2,45 MJkg⁻¹), e w o fator de ponderação do balanço de energia (adimensional), dependente da temperatura média entre o bulbo seco e o úmido e da altitude. Alternativamente, w também pode ser calculado em função da temperatura média do ar (w = 0,483 + 0,01 T_{med}).

A equação (1) admite, de acordo com Penman (1963), que a superfície transpirante tem um índice de área foliar de 2,88 m² de folha por m² de superfície projetada, ou seja, cada 2,88 m² de folha por m² de terreno, a um dado valor de R_n, deverá transpirar E (L por m² de superfície). Pode-se inferir, então, que para um dossel com área foliar (AF) a transpiração será:

$$2,88 \text{ m}^2 \text{folha} / \text{m}^2 \text{terreno} \rightarrow E = R_n / [\lambda(2-w)]$$

$$AF (\text{m}^2 \text{folha} / \text{m}^2 \text{terreno}) \rightarrow T$$

sendo T:

$$T = \frac{R_n}{\lambda(2-w)} \frac{AF}{2,88} \quad (2)$$

sendo T a transpiração do dossel (árvore), em Larv⁻¹dia⁻¹.

Em função da porosidade (Po) normalmente observada nas árvores, uma correção deverá ser empregada na equação (2). O fator de correção (1 - Po) subtrai de R_n a fração de energia solar que não é interceptada pelo dossel. Assim, a equação geral do método proposto fica da seguinte forma:

$$T = \frac{R_n}{\lambda(2-w)} \frac{AF}{2,88} (1 - Po) \quad (3)$$

a qual resumidamente pode ser escrita como:

$$T = \frac{0,142 R_n AF}{(2-w)} (1 - Po) \quad (4)$$

Aplicando-se a equação (4) a um dia com as seguintes características: R_n = 12 MJm⁻²dia⁻¹, T_{med} = 24°C (w = 0,483 + 0,01 * 24 = 0,723), AF = 40 m² e Po = 25% (0,25), tem-se que:

$$T = \frac{0,142 * 12 * 40 * (1 - 0,25)}{(2 - 0,723)} = 40,0 \text{ Larv}^{-1} \text{ dia}^{-1}$$

O método proposto foi testado e avaliado com dados de transpiração obtidos de duas árvores de lima ácida ‘Tahiti’, com as seguintes características:

a) árvore 1: AF₁ = 48 m² e Po = 23% (0,23), o que resultou na equação (5):

$$T_1 = \frac{5,24 R_n}{(2-w)} \quad (5)$$

b) árvore 2: AF₂ = 99 m² e Po = 20% (0,20), o que resultou na equação (6):

$$T_2 = \frac{11,22 R_n}{(2-w)} \quad (6)$$

¹ Prof. Associado, DCE, ESALQ/USP, Piracicaba, SP, Brasil. Bolsistas do CNPq. E-mail: navnova@esalq.usp.br

² Pesquisador, EMBRAPA – Informática, Campinas, SP.

Nas equações acima, os valores de R_n e T_{med} foram medidos sobre gramado. Nas árvores 1 e 2 foram instalados sensores de fluxo de seiva para a determinação da transpiração, pelo método do balanço de calor (Angelocci, 1996). Os dados medidos foram comparados aos estimados empregando a análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os dados relativos às condições meteorológicas e à transpiração medida e estimada, para as árvores lima ácida 'Tahiti', para o período de verão.

Tabela 1. Variáveis meteorológicas, transpiração medida (TM) e estimada (TE) em árvores de lima ácida 'Tahiti', $Larv^{-1}dia^{-1}$, para o período de verão em Piracicaba, SP.

DJ	Tm (°C)	2-w	Rn $MJm^{-2}d^{-1}$	Arv 1		Arv 2	
				TE	TM	TE	TM
15	24,8	1,31	11,1			95	91
16	26,8	1,29	13,3			115	112
19	27,6	1,32	14,1			120	118
20	25,4	1,31	14,9			128	121
21	26,2	1,30	15,6			135	131
22	27,2	1,28	11,5			101	101
23	28,2	1,31	18,1			155	105
27	23,2	1,33	11,0			93	91
28	24,2	1,32	18,5			142	107
29	23,8	1,32	13,9			114	112
30	25,5	1,31	18,1			137	118
31	26,9	1,29	13,8			120	122
34	26,3	1,30	13,8	56	53		
35	26,2	1,30	8,8	35	44		
36	27,2	1,29	15,1	61	61		
37	27,1	1,29	15,3	62	58		
38	24,7	1,31	10,8	43	52		
39	24,8	1,31	11,3	45	50		
40	26,1	1,30	11,6	47	31		
41	22,4	1,33	4,9	19	20		
42	23,5	1,33	8,3	33	41		
43	24,2	1,32	10,5	42	58		

A análise de regressão entre os dados de TM e TE (Figuras 1 e 2) mostrou elevado grau de dependência entre as duas variáveis, o que indica que o desempenho do método proposto foi bastante satisfatório.

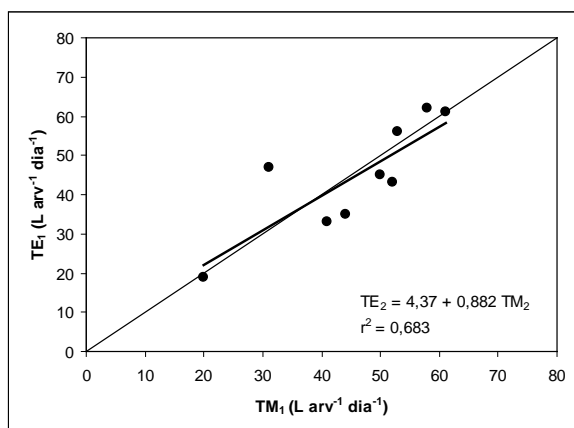


Figura 1. Relação de dependência entre a transpiração estimada pelo método proposto e medida na árvore de lima ácida 'Tahiti' com área foliar de 48 m² (árvore 1).

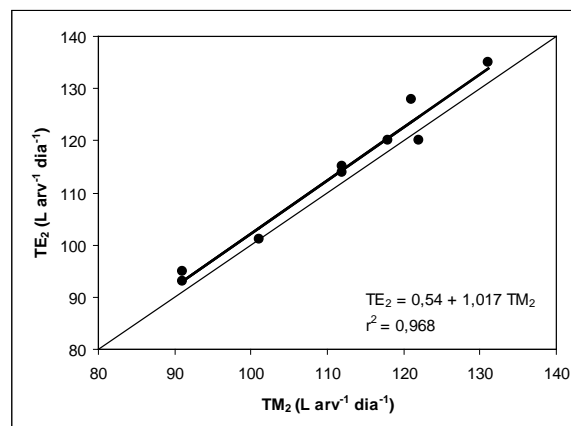


Figura 2. Relação de dependência entre a transpiração estimada pelo método proposto e medida na árvore de lima ácida 'Tahiti' com área foliar de 99 m² (árvore 2).

Na análise apresentada nas Figuras 1 e 2, os dados relativos aos dias julianos 23, 28 e 30 (Tabela 1) foram excluídos em razão dos mesmos apresentarem uma acentuada superestimativa da transpiração das árvores. Esse fato possibilitou observar que em dias com R_n superiores a 18 $MJm^{-2}d^{-1}$ a condutância global das árvores não permitiu fluxos transpiratórios a níveis potenciais, como considera o método proposto. Assim, acredita-se que um excesso de demanda atmosférica influi na condutância estomática, tal como acontece sob condições de estresse hídrico. Nessa situação, seria necessário se aplicar nas estimativas obtidas um fator de redução em função do nível do saldo de radiação diário.

REFERÊNCIAS

- Angelocci, L.R. Estimativa da transpiração máxima de macieiras (*Malus* spp.) em pomares, pelo método de Penman-Monteith. Piracicaba, 1996. 71p. Tese (Livro-Docência) – ESALQ/USP.
- Marin, F. R. ; Angelocci, L. R. ; Pereira, A. R. et al. Balanço de energia e consumo hídrico em pomar de lima ácida "Tahiti". Revista Brasileira de Meteorologia, Brasília, v. 17, n. 2, p. 219-228, 2002.
- Penman, H.L. Vegetation and hydrology. Farnham Royal: Common Wealth Agricultural Bureau, 124p. (Technical Communication 53), 1963.
- Villa Nova, N.A., Angelocci, L.R., Valancogne, C., Sentelhas, P.C., Pereira, A.R., Marin, F.R. Estimativa da transpiração máxima de macieiras, em pomares irrigados, pelo método de Penman adaptado. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.10, n.2, p.245-250, 2002.
- Villa Nova, N. A. ; Miranda, J. H. ; Pereira, A. B. et al. Estimativa da evapotranspiração potencial pelo método de Penman-Simplificado. In: XIV Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 2004, Porto Alegre. Anais do XIV Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem. Porto Alegre: Editora XIV Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 2004. v. 1. p. 1-4.