

EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA RÚCULA DETERMINADA EM FUNÇÃO DA RAZÃO DE BOWEN E DO TANQUE CLASSE A EM AMBIENTE PROTEGIDO

Orlando Tadeu Lima de SOUZA¹, Idelina Cabral de Assis ASSUNÇÃO², Antonio Ribeiro da CUNHA³

João Francisco ESCOBEDO⁴

INTRODUÇÃO

Para um adequado manejo da irrigação, é necessário o conhecimento do consumo de água da cultura em questão, para o fornecimento ou suprimento da quantidade ideal de água. VOLPE & CHURATA-MASCA (1988) e DOORENBOS e KASSAM (1994) recomendam o método do tanque Classe A, o qual tem sido bastante utilizado na estimativa de evapotranspiração, devido ao seu custo relativamente baixo e facilidade de operação.

Em ambientes protegidos ocorre a alteração do balanço de energia, tornando-se necessário o estudo deste balanço com a finalidade de determinar os fluxos de energia envolvidos nesse processo dinâmico, e com isso a parcela envolvida na evapotranspiração.

O objetivo deste trabalho foi a comparação da evapotranspiração da rúcula estimada pelos métodos do balanço de energia e do tanque Classe A, para um manejo adequado de água na cultura em questão.

MATERIAIS E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido numa área experimental do Departamento de Recursos Naturais da Faculdade de Ciências Agrônomicas - UNESP, Campus de Botucatu, SP (latitude: 22°51' S; longitude: 48°26' W; altitude: 786 m), no período de 12/09 a 10/11/2002 em ambiente protegido.

O ambiente protegido utilizado apresentava cobertura de polietileno transparente difusor de luz de 150µm de espessura, com laterais de sombrite com redução de 50% da radiação solar, com dimensões de 7x20 m, com orientação Leste-Oeste.

A área do ambiente protegido foi dividida em 3 canteiros com dimensões de 1,1 m x 16,6 m, com espaçamento de 0,07 m entre covas e de 3 plantas de rúcula/cova e 0,2 m entre linhas. A irrigação da cultura foi feita por tubos gotejadores.

a) Método do balanço de energia

O balanço de energia foi calculado por meio da razão de Bowen (1926), segundo a equação geral:

$$Rn = H + \lambda E + G \quad (1)$$

em que Rn é o saldo de radiação sobre a superfície (W/m^2); H o fluxo de calor sensível (W/m^2); λE o fluxo de calor latente (W/m^2); e G o fluxo de calor no solo (W/m^2).

No cálculo do balanço de energia, os fluxos que chegam ao sistema (cultura da rúcula) são considerados positivos e os que saíam, negativos,

sendo, o dossel da cultura e a superfície do solo, considerando os limites superior e inferior do sistema, respectivamente.

Através da razão de Bowen estimou-se os valores de H e λE , utilizando medidas de gradientes psicrométricos em dois níveis na cultura, por meio da expressão:

$$\beta = \frac{H}{\lambda E} = \frac{1}{\left(\frac{s + \gamma}{\gamma}\right) \left(\frac{\Delta T_u}{\Delta T}\right) - 1} \quad (2)$$

$$\lambda E = \frac{(Rn - G)}{(1 + \beta)} \quad (3)$$

$$H = Rn - (\lambda E + G) \quad (4)$$

em que β é a razão de Bowen; s a tangente à curva de pressão de saturação de vapor d'água em função da temperatura do ar ($kPa/^\circ C$), segundo a expressão:

$$s = \frac{4098}{(T_s + 237,3)^2} e_s(T_s) \quad (5)$$

onde T_s é a temperatura média do bulbo seco entre dois níveis ($^\circ C$); e_s a pressão de saturação de vapor d'água à temperatura de bulbo seco (kPa); γ o coeficiente psicrométrico ($0,0725 kPa/^\circ C$); ΔT_u a diferença das temperaturas dos termopares úmidos entre os dois níveis ($^\circ C$); e ΔT a diferença das temperaturas dos termopares secos entre os dois níveis (50cm, 100 cm).

As medidas instantâneas do saldo de radiação (Rn), fluxo de calor no solo (G), e dos gradientes psicrométricos com termopar, foram obtidas através de um sistema de aquisição automática de dados. A integração dos valores instantâneos ao longo do dia permitiu obter as medidas em MJ/m^2 .

Método do tanque Classe A

A evapotranspiração da cultura (ET_c) em mm/dia é calculada conforme a equação recomendada por ALLEN et al. (1998):

$$ET_c = ET_o \cdot K_c \quad (6)$$

onde ET_o é a evapotranspiração de referência, estimada através da equação:

$$ET_o = K_p \cdot ECA \quad (7)$$

¹ Professor Adjunto, Mestre, Universidade Federal Rural da Amazônia, UFRA, E-mail: otls@fca.unesp.br

² Geógrafa, Pós-graduanda em Energia na Agricultura, FCA/UNESP, E-mail: idelina@fca.unesp.br

³ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Depto. de Recursos Naturais, FCA/UNESP, E-mail: arcunha@fca.unesp.br

⁴ Professor Adjunto, Doutor, Depto de Ciências Ambientais, FCA/UNESP, e-mail: escobedo@fca.unesp.br

sendo ECA a evaporação da água medida em tanque Classe A (mm/dia); K_p é o valor do coeficiente do tanque, determinado empiricamente segundo ALLEN et al. (1998), para diferentes áreas de bordadura, níveis de umidade relativa média e vento em 24 horas e K_c é o coeficiente de cultura, o qual foi utilizado um valor médio do coeficiente da alface segundo BASTOS et al.(1996).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os fluxos de calor latente e sensível, derivados do balanço de energia, apresentaram valores com sinais opostos sendo considerados λE positivo e H negativo, com relação à energia radiante, no interior do ambiente protegido.

Em quase todos os dias do ciclo da cultura a parcela λE do balanço de energia, suplantou o valor do saldo de radiação, o que possivelmente este fato está ligado às condições do ambiente protegido, uma vez que a temperatura do ar no interior do ambiente protegido é maior que a temperatura do ar na condição de campo, sendo assim, a condição de ambiente protegido, um grande fornecedor de calor sensível para o sistema. Conforme PEREIRA et al. (1997), em uma superfície do solo saturada, a maior parte do saldo da radiação sobre a superfície é utilizada em λE , para o aquecimento do ar.

Na Figura 1 observa-se a evapotranspiração da rúcula em relação aos dias após plantio (DAP). A evapotranspiração medida pelo método da razão de Bowen, dada pela curva contínua ($ET_c-\lambda E$), tem a mesma tendência que a da curva tracejada (ET_c-ECA), porém, com uma maior variação. Isso provavelmente, deve-se à utilização de diferentes metodologias na determinação da evapotranspiração, ou seja, enquanto que a curva $ET_c-\lambda E$ foi calculada com base em dados medidos durante o experimento, a curva ET_c-ECA foi estimada usando-se coeficientes de tanque e de cultura, o que pode ter ocasionado diferenças nos resultados obtidos.

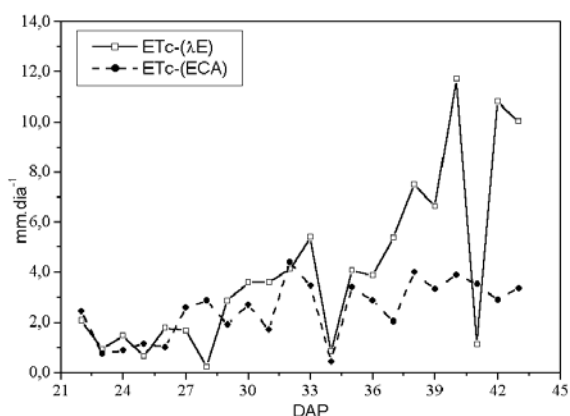


Figura 1. Curvas de evapotranspiração da rúcula pelos métodos do balanço de energia e tanque Classe A

Os resultados obtidos pelo método do balanço de energia através da razão de Bowen foram por meio de medidas automatizadas, o que não ocorreu com método do tanque Classe A. Como consequência disso, os dados diários obtidos pelo tanque Classe A restringiram uma avaliação estatística mais precisa com relação ao método do balanço de energia, o

qual apresentava medidas em intervalos a cada 5 minutos.

A correlação existente entre os dois métodos adotados para determinação da evapotranspiração da cultura em questão, apresentou fortes tendências de dispersão dos dados, ao nível de 5% de confiança, o que foi devido uma diferença temporal dos dados obtidos (Figura 2).

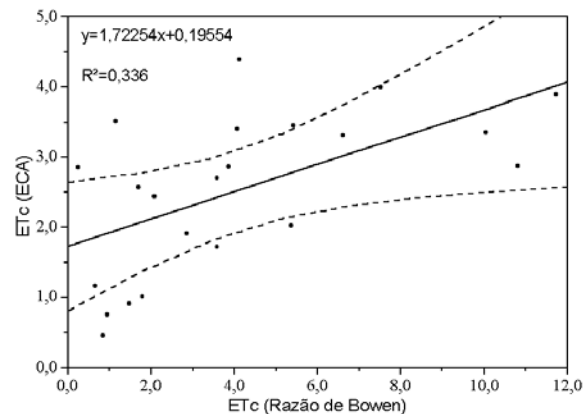


Figura 2. Comparação entre os valores de ET_c , calculados pelos métodos da razão de Bowen e do tanque Classe A.

CONCLUSÕES

- Os resultados comparativos entre os dois métodos de determinação da ET_c mostraram que o método do tanque Classe A subestimou a ET_c obtida pelo método do balanço da energia;
- A ET_c estimada pelo método do tanque Classe A mostrou-se menos precisa quando comparada à obtida pelo método do balanço de energia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R. et al. Crop evapotranspiration-guidelines for computing crop water requirements. Roma: FAO, 1998. 300 p. (Irrigation and Drainage, n. 56).
- BASTOS, E.A.; LUNARDI, D.M.C.; JUNIOR, A. S.A.; NETTO, A. O. A.; Determinação dos coeficientes de cultura da alface (*Lactuca sativae* L.). *Irriga*, São Paulo, v.1, n.3, p. 2-7. 1996.
- BOWEN, I.S. The ratio of heat losses by conduction and by evaporation from any water surface. *Physical Review*, New York, v.27, p.779-787, 1926.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas.** Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1994. 306 p. (Estudos FAO – Irrigação e Drenagem, 33, traduzido por Gheyi, H.R. et al.).
- PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N.A.; SEDIYAMA, G.C. **Evapo(transpi)ração.** Piracicaba: FEALQ, 1997. 183 p.
- VOLPE, A.C.; CHURATA-MASCA, M.G.C. **Manejo da irrigação em hortaliças. método do tanque Classe A.** Jaboticabal: FINEP, 1988. 19 p.