

1. INTRODUÇÃO

O manejo da irrigação requer estimativas diárias da evapotranspiração da cultura com uma precisão comparável a uniformidade de aplicação de água pelo sistema de irrigação. Vários métodos para o manejo da irrigação tem sido utilizados. Os métodos indiretos, que se baseiam no solo, consideram-no como um reservatório, capaz de conter certa quantidade de água. Os métodos meteorológicos utilizam basicamente informações meteorológicas, como entradas de dados para modelos que calculam a quantidade de água evapotranspirada pela cultura durante um certo período. Recentemente, medidas diretas de alguns indicadores da planta com o objetivo de caracterizar sua necessidade de água estão sendo estudados.

O manejo da irrigação é essencial para a otimização dos recursos hídricos. Sistemas de irrigação apresentam elevado custo e sua viabilidade econômica é função do incremento da produção pela da irrigação. Inicialmente, para conseguir este objetivo é necessário estimar o consumo de água da cultura em campo.

Reichardt et al. (1974) utilizando o método do balanço hídrico, registraram para as condições de Piracicaba - SP, uma evapotranspiração real média de 3,45 mm.dia⁻¹, durante 48 dias do ciclo.

Allen et al. (1990) sugeriram que os valores de coeficiente de cultura (Kc) sejam determinados empiricamente para cada cultura baseados em dados de lisímetro e nas condições climáticas locais.

Embora muitos modelos de estimativa da evapotranspiração sejam propostos. O aumento da disponibilidade de dados climáticos tem gerado um grande interesse em modelos que são capazes de estimar a evapotranspiração diária integrando variáveis ambientais coletadas em pequenos intervalos de tempo. O método do Balanço de energia utilizando a razão de Bowen tem sido empregado com muito sucesso em muitos estudos (Villa Nova, 1973; Bergamaschi et al., 1988.). O principal objetivo deste estudo foi de mensurar e relacionar a evapotranspiração da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e a evapotranspiração de referência utilizando o método do Balanço de energia e o lisímetro de pesagem para as condições de campo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo, na área experimental do Departamento de Engenharia Rural - ESALQ/USP, situada no município de Piracicaba - SP, nas seguintes coordenadas geográficas: 22° 42' 30" de latitude Sul; 47° 30' 00" de longitude Oeste; e a 546 metros de altitude.

Uma parcela experimental de 3,5 ha irrigada por pivô central, cultivada com a variedade IAC carioca Pyatã (ciclo de 98 a 105 dias), foi semeada em 13 de agosto de 1998, com espaçamento entre linha de 0,60 m e densidade de 12 plantas/m². Durante o período de desenvolvimento foram feitas observações fenológicas e medidas do índice de área

foliar (IAF), num intervalo médio de sete dias.

Os dados sobre a superfície gramada foram obtidos no Posto Agrometeorológico na área experimental do Departamento de Engenharia Rural. As duas áreas foram irrigadas freqüentemente, além disso as chuvas naturais serviram para manter as condições de umidade do solo ideais a evapotranspiração potencial.

Durante o transcorrer do experimento foram realizadas medições micrometeorológicas para fornecer valores médios em intervalos de tempo de 20 minutos sobre a cultura (feijão e gramada). A temperatura do ar (°C) e a umidade absoluta (g/cm³) foram mensuradas nos níveis 0,25 e 1,0 m na cultura do feijão e 0,10 e 1,5 m na superfície gramada. A radiação líquida (W/m²) e o fluxo de calor no solo (W/m²) também foram mensurados. Estes dados foram obtidos utilizando um sistema automático de razão de Bowen fabricado pela Campbell Scientific. A partir das medições de radiação líquida (Rn), fluxo de calor no solo (G), diferenças de temperatura e pressão de vapor entre dois níveis o balanço de energia pode ser realizado.

O método da razão de Bowen estima os fluxos de calor sensível e latente baseado na resolução da equação do balanço de energia considerando a razão de Bowen ($\beta = H/LE$)

A medida direta da evapotranspiração da cultura (ETc) e da evapotranspiração de referência (ETo) foi feita utilizando lisímetros de pesagem. Na área cultivada com a cultura do feijão foi utilizado um lisímetro com as seguintes dimensões: 0,70 m de profundidade, 1,50 m de comprimento e 1,30 m de largura. Na área vegetada com grama foi construído um lisímetro de 0,70 x 1,0 x 1,0 m. Detalhes da construção deste equipamento podem ser observados em Silva (1999).

A evapotranspiração da cultura (ETc) e a evapotranspiração de referência (ETo) foram mensuradas pelo método do Balanço de energia e pelo lisímetro de pesagem. O coeficiente de cultura (Kc) foi estimado segundo as equações:

$$k_{C_{Bowen}} = \frac{ET_{C_{Bowen}}}{ET_{O_{Bowen}}} \quad (1)$$

e

$$k_{C_{Lisímetro}} = \frac{ET_{C_{Lisímetro}}}{ET_{O_{Lisímetro}}} \quad (2)$$

em que $K_{C_{Bowen}}$ é o coeficiente de cultivo utilizando os valores mensurados pelo método do Balanço de energia; e $K_{C_{Lisímetro}}$ é o coeficiente de cultivo utilizando os valores mensurados pelo lisímetro de pesagem.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A evapotranspiração média da cultura (ETc) estimada pelo método do Balanço de energia foi de 4,36 mm.dia⁻¹, ou 130,82 mm para o período de observação; os valores de ETc mensurados pelo lisímetro de pesagem foram de 5,05 mm.dia⁻¹ ou 151,36 mm. A evapotranspiração de referência (ETo) obtida para o mesmo período sobre uma superfície gramada apresentou valores de 5,19 mm.dia⁻¹ e 155,66 mm

¹ Instituto de Ciências Agrárias ICIAG - UFU. Av. Amazonas s/n Bloco 2E. Uberlândia-MG. E-mail: Fabiano@iciag.ufu.br

² Departamento de Eng. Rural - ESALQ / USP

no total utilizando o método do Balanço de energia; o lisímetro de pesagem apresentou um valor médio de ETo igual a 6,22 mm.dia⁻¹ e um total de 186,63 mm.

Os valores da evapotranspiração da cultura (ETc) e evapotranspiração de referência encontrados no presente trabalho foram menores do que os apresentados em outros estudos (Garrido & Teixeira, 1978; Costa, 1986). A baixa demanda atmosférica durante o ciclo da cultura pode ser um dos fatores que influenciaram os resultados.

O método do Balanço de energia e o lisímetro de pesagem apresentaram uma mesma tendência em relação às variações das condições meteorológicas diárias durante o período de observação. Entretanto diferenças entre os valores obtidos pelos dois métodos foram observadas. A evapotranspiração total mensurada pelo método do Balanço de energia foi subestimada em 20% para a ETo e 15% para a ETc. De acordo com Prueger et al. (1997), a razão para esta subestimativa está relacionada com a condição de umidade dentro do lisímetro próxima a saturação. O incremento da evapotranspiração medida pelo lisímetro pode ser devido a um aumento na evaporação da água no solo ou da transpiração da planta. Entretanto, não é possível separar esses dois processos com uma mensuração simples.

Os coeficientes de cultura (Kc) foram 1,24 e 1,17 para a fase vegetativa, 0,76 e 0,73 para a fase de florescimento e formação de vagem e 0,62 e 0,67 para a fase de maturação e 0,85 e 0,84 para todo o ciclo, respectivamente, baseados no método do Balanço de energia e do lisímetro de pesagem. De maneira geral, os valores de Kc_{Bowen} e Kc_{lisímetro} não apresentaram diferenças significativas. Entretanto, os valores de Kc encontrados diferem de maneira considerável dos sugeridos por Doorenbos e Kassam (1979).

Luchiari Junior (1978) mensurou a evapotranspiração da cultura do feijão em Piracicaba - SP através do método do balanço hídrico de campo e descobriu valores médios de ETc = 3,06 mm.dia⁻¹ e Kc = 0,88 para todo o ciclo. O valor do coeficiente de cultura para todo ciclo encontrado por este autor foi próximo ao valor encontrado no presente trabalho.

4. CONCLUSÃO

A evapotranspiração da cultura do feijão na localidade de Piracicaba - SP obtida foi de 4,36 mm.dia⁻¹, ou 130,82 mm para o período de observação e 5,05 mm.dia⁻¹ ou 151,36 mm, respectivamente pelo método do Balanço de energia e lisímetro de pesagem.

A evapotranspiração de referência (ETo) obtida para o mesmo período sobre uma superfície gramada apresentou valores 5,19 mm.dia⁻¹ e 155,66 mm no total utilizando o método da razão de Bole; o lisímetro de pesagem apresentou um valor médio de ETo igual a 6,22 mm.dia⁻¹ e um total de 186,63 mm.

Os coeficientes de cultura (Kc) foram 0,85 e 0,84 para todo o ciclo, respectivamente, baseados no método do Balanço de energia e do lisímetro de pesagem. De maneira geral, o valor de Kc_{Bowen} e Kc_{lisímetro} não apresentaram diferença significativa.

5. REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G., JENSEN, M. E., BURMAN, R. D. Evapotranspiration and irrigation water requirement. ASCE Manual and Report on Engineering Practice, n. 70. **American Society of Civil Engineers**, New York, USA, 123 p.1990
- BERGAMASCHI, H.; OMETTO, J. C.; VIEIRA, H. J. et al. Deficiência hídrica em feijoeiro, II Balanço de energia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.1, n.1, p. 745-757. 1988
- COSTA, A.C.S. Balanço hídrico em culturas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e de milho (*Zea mays* L.) sob condições de campo. Piracicaba, 1986. 143p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. Efectos del agua en el rendimiento de los cultivos. Roma: FAO, 1979. 212p. (Estudio FAO: Riego y Drenaje, 33)
- GARRIDO, M.A.T.; TEIXEIRA, H.A. Efeito de diferentes níveis de umidade do solo sobre o rendimento do feijoeiro comum na região sul de Minas Gerais. In EPAMIG. **Projeto Feijão**. Belo Horizonte, 1978. 15p. (Relatório 75/76).
- LUCHIARI JUNIOR, A. Determinação do coeficiente de cultura (Kc) para feijão (*P. vulgaris*, L.) pelo método do balanço hídrico. Piracicaba, 1978. 59p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- PRUEGER, J. H.; SAUER, T. J.; HATFIELD, J. L. Turbulence flux of sensible and latent heat near shelterbelts during low wind conditions. **Transactions of the ASAE**. Saint Joseph. Vol. 41, n. 6, p. 1643-1650. 1998.
- REICHARDT, K.; LIBARDI, P.L.; SANTOS, J.M. dos. An analysis of soil-water movement in the field: II, water balance in a snap bean crop. Piracicaba: CENA/USP, 1974. 19p. (CENA. Boletim Científico, 22).
- SILVA, F.C.; FOLEGATTI, M. V. MAGIOTTO, S. R. Análise do funcionamento de um lisímetro de pesagem com célula de carga. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, vol. 7, n. 1, p. 53-58, 1999.
- VILLA NOVA, N. A. Estudos sobre o balanço de energia em cultura de arroz. Piracicaba., Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 1973. 89p. Tese de Livre Docência.