

canopy exhibited a little response to the advent of free water retained on the cocoa canopy. In the lower layer, some rise in relative humidity was observed, mainly if the incident rainfall was enough to saturate the canopy.

The measurements reported here were made in two contrasting weeks, and, therefore, reflect only a limited range of conditions. Nevertheless, they provide valuable information on the behaviour of cocoa trees and their response to weather, and on the variability which can be expected when using modelling techniques for the study of plant disease.

## FLUXÍMETRO PARA MEDIDAS DE BALANÇO DE CALOR NO SOLO

Jesus Marden dos Santos  
Pedro Rubens de Carvalho  
Mário de Miranda V.B.R. Leitão ✓  
Regina Célia dos Santos

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

### Resumo Ampliado

Desde os anos cinquenta o uso de fluxímetros para a medida de fluxos de calor no solo tem sido uma prática no campo da agrometeorologia. Por serem equipamentos simples alguns cuidados essenciais precisam ser tomados para que as determinações do balanço de calor no solo tenham um significado agrônomico e possam ser utilizados nos estudos de balanço de energia.

Os erros na medida do fluxo de calor no solo podem ser minimizados desde que a variação de fluxo seja pequena considerando-se as condições de exposição do sensor. Com base na teoria do processo de transferência de calor é possível estabelecer três condições essenciais que devem ser obedecidas num projeto de fluxímetro.

A primeira condição é que o fluxímetro deve ter uma espessura diminuta e ser instalado com a sua menor dimensão na direção do fluxo de calor. A teoria indica que com o sensor instalado desta maneira e com o valor de  $f$  (razão entre a condutibilidade do fluxímetro e a do solo) não muito pequeno, os erros serão proporcionais a  $r(0.048)$ , sendo  $r=E/L$  onde  $L$  é o comprimento do fluxímetro e  $E$  a sua espessura. Isto significa que, se as dimensões do fluxímetro são fixas ( $62 \times 16 \times 3 \text{ mm}$ ) dobrando-se a espessura o erro será duplicado.

A segunda condição é que o fluxímetro deve ser especificamente calibrado para as condições de condutibilidade térmica ( $K$ ) a serem encontrados no local de uso. Os valores de erro máximo serão muito pequenos se a calibração for realizada em um meio com condutibilidade térmica igual à média aritmética dos valores extremos onde será instalado o sensor.

A terceira condição é uma consequência da anterior e especifica que a condutibilidade térmica do sensor deve ser tão grande quanto possível, desde que o erro máximo é inversamente proporcional a esta condutibilidade.

Como a condutibilidade térmica do solo permanece entre os valores de  $8 \times 10^{-3} \text{ cal cm}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  a  $0,8 \times 10^{-3} \text{ cal cm}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

## BIBLIOGRAFIA

- Szeicz, G., J.L. Monteith e J.M. dos Santos, 1964. Tube solarimeter to measure radiation among plants; J. Appl. Ecol., 1, 169-174.
- Biscol, P.V., R.A. Saffel e P.D. Smith, (1977). An apparatus for calibrating soil heat flux plates. Agricultural Meteorology, 18, 49-54.
- Jimenez, J., E. Rojas e M. Zamora, 1984. Design and construction of precision heat fluxmeters. J. Appl. Phys., 56(11), 3353-3356.
- Philip, J.R., 1961. The theory of heat fluxmeters. Journal of Geophys. Res., 66(2), 571-579.

INFLUÊNCIA DO MÉTODO DE ESTIMATIVA E DO TIPO DE INSTRUMENTO  
NO VALOR DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA

*Fernando Silveira da Mota*  
(Universidade Federal de Pelotas/CNPq)  
(Caixa Postal 49 - Cep 96001, Pelotas, RS)

Foram comparados os valores, para períodos de 5 dias, médias mensais, da evapotranspiração de referência obtidos com os seguintes métodos e instrumentos em localidades brasileiras representativas dos principais tipos climáticos: tanque classe "A"; fórmula de Penman, utilizando medida de radiação solar global com piranômetro Eppley; fórmula de Penman, utilizando estimativas da radiação solar global a partir de dados de heliôgrafo. Estes valores foram comparados com a evaporação do tanque classe "A". Os resultados mostraram que utilizando piranômetro Eppley a ETo obtida com o método de Penman apresenta valores praticamente iguais à obtida com o método do tanque classe "A", exceto para a localidade de Pelotas na qual os valores de ETo obtidos com o método do tanque classe "A" são, em média, 0,8 vezes maiores do que a ETo obtida com o método de Penman utilizando medidas de radiação solar global com o piranômetro Eppley, considerado como padrão, neste trabalho. O método de Penman utilizando estimativas da radiação solar global obtidas com dados de heliôgrafo superestimaram os valores da evapotranspiração de referência em Pelotas, subestimaram em Brasília e Florianópolis e foram praticamente iguais em Bebedouro e campo Grande. Todas as constantes necessárias para a fórmula de Penman foram determinadas para cada localidade. Concluiu-se que o método do tanque classe "A" corrigido pela tabela da FAO, para obter a evapotranspiração de referência, é o mais econômico e é preciso, podendo ser utilizada a escala de Beaufort e termômetros de máxima e mínima seco e úmido para fazer as correções necessárias conforme os valores da umidade relativa, velocidade do vento e exposição ambiental, na prática da irrigação. Quando se determina o coeficiente de cultura (kc) em experimentação de campo deve-se usar dados do tanque "A" corrigido ou a fórmula de Penman com medidas da radiação solar global com piranômetro. A evaporação do tanque classe "A" sem corrigir pela tabela da FAO, não deve ser usada, porque superestima a ETo em todas as localidades. Um resumo dos dados obtidos encontra-se na Tabela 1.