

VERIFICAÇÃO DO MÉTODO DO “PULSO DE CALOR” PARA MEDIÇÃO DIRETA DA TRANSPIRAÇÃO

Antonio Odair SANTOS¹, Homero BERGAMASCHI², Mattias LANGENSIEPEN³,
João Ito BERGONCI⁴, Luis Mauro G. ROSA²

RESUMO

Procedeu-se a verificação experimental da técnica do pulso de calor (“heat pulse”) na medição direta da transpiração, em comparação com um lisímetro automático de pesagem, utilizando-se o milho como cultura teste, em condições de campo. Sob alta e baixa demanda evaporativa observou-se sensibilidade desta técnica, sendo que resultados obtidos nos dois sistemas se correlacionaram em alto grau, pelos totais diários que se assemelharam. O padrão das curvas simultâneas evidenciou defasagem no transporte de água no caule e na interface folha-ar, ao início da manhã e final da tarde. A supressão da evaporação na superfície do solo, após o pendoamento, não alterou o comportamento das curvas do lisímetro e não teve efeito sobre o fator de calibração do método de pulso de calor.

INTRODUÇÃO

A utilização do método do pulso de calor, para monitoramento hídrico de culturas, tem despertado interesse, devido à sua praticidade e possibilidade de movimentação do sistema para qualquer ponto onde se queira proceder medições. Esta técnica foi utilizada, primeiramente, por Huber e Schmidt (1937), citados por Fuchs et al. (1989), em árvores. Mais tarde, Marshall (1958) e Decker e Skau (1964) verificaram sua utilização, igualmente, em árvores. Cohen e Fuchs (1988) testaram o método em plantas herbáceas, sendo que Cohen et al. (1989) utilizaram a técnica para monitoramento hídrico em algodão.

O método apresenta-se como um dos mais confiáveis na determinação da quantidade e intensidade da transpiração em plantas e baseia-se na medição da velocidade de transporte de calor, que é aplicado, através de pulsos, ao órgão condutor da seiva (Swanson e Whitfield, 1981). Após o pulso de calor, detecta-se o tempo (T_0) para que o diferencial de temperatura entre dois pares termoeletrônicos, instalados ao longo do caule, volte aos valores iniciais. Em todos os trabalhos de verificação do método, observou-se que a absorção de água e a velocidade de transporte de calor aplicado à seiva são proporcionais (Swanson e Whitfield, 1981).

Em termos de monitoramento hídrico, a técnica pode ser aproveitada em várias áreas de conhecimento, onde se busca tanto um padrão de precisão para calibração geral de outros métodos, como nova técnica de monitoramento contínuo de recursos hídricos, notadamente para ambiente parcialmente controlado, onde a qualidade e duração pós-colheita dos produtos são bastante ligadas ao controle microclimático e hídrico durante todo o ciclo.

O objetivo deste trabalho foi proceder a verificação do método do pulso de calor, em uma cultura com características de alta velocidade de seiva (no caso, milho), em condição de campo, utilizando-se um lisímetro automático de pesagem, como padrão de referência.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, localizada no município de Edoardo do Sul, região climática da Depressão Central - RS.

¹ MSc Pesquisador do Instituto Agronômico (IAC) / Seção de Climatologia Agrícola, Doutorando UFRGS/Unicamp Cx Postal 28, CEP 13001-970, Campinas (SP), E-mail: odair@vortex.ufrgs.br

² Dr. Professor Adjunto, Depart. de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Faculdade de Agronomia, UFRGS, C. Postal 776, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS. E-mail: homerobe@vortex.ufrgs.br. Bolsista do CNPq

³ Pesquisador Associado da Universidade de Kassel. E-mail: Langens@wiz.uni-kassel.de

⁴ Dr. Professor Adjunto, Depart. Botânica da UFRGS, Av. Paulo Gama, s/n. 90043-900, Porto Alegre, RS.

com coordenadas de 30°05'S e 51°40'W e altitude aproximada de 40 m. O clima do local é subtropical úmido de verão quente - Cfa, pela classificação de Köeppen, ou mesotérmico úmido, pela classificação de Thornthwaite (Bergamaschi & Guadagnin, 1990).

Em uma subparcela de milho, sem deficiência hídrica, semeada em final de outubro de 1996 e sobre um lisímetro (Bergamaschi et al., 1997) situado no centro da área de 0,54ha, instalou-se o sistema de pulso de calor. Os sensores deste foram instalados na base (segundo internó) de oito plantas representativas, sendo medidos, com antecedência, os diâmetros de cada internó. Cada planta recebeu dois pares termoclétricos (T_1 e T_2) e uma agulha hipodérmica (H) como fonte do pulso de calor ("heater"). T_1 e T_2 ficaram distantes de H em 9 e 4mm, respectivamente, conforme pré-calibração do sistema (Fig 1).

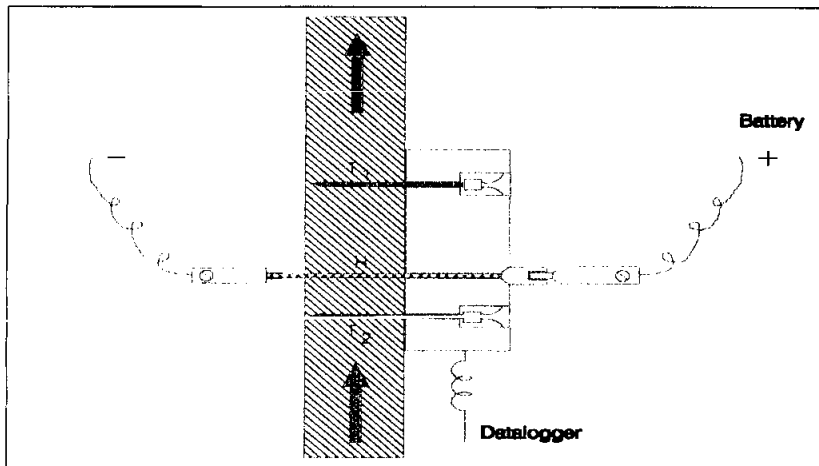


Figura 1. Configuração dos sensores (T_1 e T_2) e do "heater" (H), em cada planta de milho.

A corrente elétrica para o pulso de calor foi fornecida por uma bateria de 12V. Os valores de T_0 foram determinados a cada 15 minutos, ao longo das 24h, e armazenadas em "datalogger" Campbell modelo CR21X.

A velocidade da seiva e a curva de transpiração (média de oito plantas) foram, então, obtidas tratando-se os dados em equações de transporte e fluxo.

Após o espigamento do milho, com o índice de área foliar estabilizado, o lisímetro recebeu cobertura plástica sobre

o solo, durante alguns dias, para verificar o efeito da supressão da evaporação na superfície do solo sobre a evapotranspiração, na comparação com as medidas de transpiração do sistema.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sob alta e baixa demanda observou-se que a transpiração medida pelo método de pulso de calor esteve correlacionada com a radiação solar incidente, indicando sensibilidade do sistema e estreita associação aos fenômenos de transporte da água na planta. Na comparação dos métodos, o sistema teve concordância com o lisímetro, apesar de oscilações, em intervalos curtos de tempo, devidas a alterações de inércia neste, causadas pela ação do vento (Bergamaschi et al., 1977). Sob baixa demanda e ventos fracos, observa-se uma correlação mais estreita entre os dois sistemas, presumivelmente muito mais devido à melhoria na estabilidade do lisímetro do que ao aumento de aproximação entre os dois métodos.

Para o período da manhã, nota-se que o método do pulso de calor acusa uma curva ascendente mais suave e inferior à do lisímetro. À tarde esta tendência tende a se inverter. Este fato também tende a reduzir a correlação entre os métodos e pode ser explicado pela própria natureza dos processos objetos de medição, que são distintos, ao considerar-se o fator capacitância das plantas. Enquanto pulso de calor mede a passagem de seiva na base do caule, o lisímetro mede a perda total de água para a atmosfera. Portanto, é de se esperar que o fator capacitância cause uma certa defasagem entre curvas oriundas dos dois métodos. Conforme Shawcroft et al. (1974), nem sempre a mesma quantidade de água que está entrando no sistema (planta, no caso) estará saindo, e vice-versa. O conjunto de pontos evidencia uma histerese diária na comparação dos dois métodos, ou seja, o caminho seguido na curva ascendente, pela manhã, é diferente daquele observado à tarde.

A colocação de plástico sobre o solo no lisímetro, para suprimir a evaporação na superfície, não teve influência sobre a aproximação das curvas de transpiração e evapotranspiração, e nem sobre o fator de calibração do método, o que pode ser atribuído ao baixo fluxo de energia ao nível do solo.

A relação observada entre a velocidade da seiva (pulso de calor) e a transpiração medida no lisímetro forneceu um fator de calibração em torno de 1,6. Esta substimação da transpiração em torno de

60% está de acordo com valores encontrados para outras culturas, com variação em função de espécies e método padrão de calibração. Cohen e Fuchs (1989) encontraram subestimação em 45% para árvores adultas, enquanto Swanson & Whitfield (1981) observaram em torno de 50% para algodão. Tal fenômeno ocorre devido à pressuposição teórica, que prevê a solução da equação de transporte para um meio homogêneo, o que nem sempre ocorre. Uma das causas de heterogeneidade no meio seria a própria resistência ao transporte da seiva nas proximidades dos sensores implantados (Swanson e Whitfield, 1981).

CONCLUSÕES

O método do pulso de calor apresenta-se sensível e associado às variações de demanda atmosférica, tendo estreita correlação com as medições lisimétricas.

Há defasagem, no tempo, na variação diurna da transpiração medida pela velocidade da seiva na base do caule (pulso de calor) e pela perda de água do sistema (lisímetro).

A magnitude da evapotranspiração e o fator de calibração do método de pulso de calor não são influenciados pela supressão da evaporação na superfície do solo, após cessado o crescimento das plantas.

BIBLIOGRAFIA

- BERGAMASCHI, H. ROSA, L. M.; SANTOS, A. O.; BERGONCI, J. I. Automação de um lisímetro de pesagem através de estação meteorológica, a campo. CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10. Piracicaba, Julho de 1997. **Resumos ...** Piracicaba, Soc. Bras. Agromet./ESALQ-USP.
- BERGAMASCHI, H.; GUADAGNIN, M.R. **Agroclima da Estação Experimental Agrônômica/UFRGS**. Porto Alegre, Faculdade de Agronomia, 1990 (não publicado)
- COHEN, Y.; FUCHS, M. Problems in calibrating the heat pulse method for measuring sap flow in the stem of trees and herbaceous plants. **Agronomy Journal**, 81:321-325, 1989.
- COHEN, Y.; FUCHS, M.; FALKENFLUG, V.; MORESHET, S. Calibrated heat pulse method for determining water uptake in cotton. **Agronomy Journal**, 80:398-402, 1988.
- DECKER, J.P.; SKAU, G. M. Simultaneous studies of transpiration rates and sap velocity in trees. **Plant Physiology**, 39:213-215, 1964
- MARSHALL, D. C. Measurement of sap flow in conifers by heat transport. **Plant Physiology**, 33:385-396, 1958.
- SWANSON, R. H.; WHITFIELD, W. A numerical analysis of heat pulse velocity theory and practice. **J. Exp. Bot.** 32:221-239, 1981.
- SHAWCROFT R.W.; LEMON, E. R.; ALLEN, L. H.; STEWART, D. W.; JENSEN, S. E. The soil-plant-atmosphere model and some of its predictions. **Agricultural Forest Meteorology**, 14:191-287, 1974