

# DIFUSIVIDADE TÉRMICA APARENTE DO SOLO EM ÁREAS DE CULTIVO DE ALHO

Gielow, R.<sup>1</sup>; Santos Alvalá, R. C.<sup>1</sup>; Leal, F. R.<sup>2</sup>; André,<sup>3</sup> R. G. B.

1. Divisão de Ciências Meteorológicas/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - DCM/INPE, São José dos Campos, SP, ralf@met.inpe.br
2. Universidade Federal do Piauí - UFPI, Teresina, PI, Fax (086) 232-3875
3. Universidade Estadual Paulista - UNESP/Jaboticabal, SP, randre@fcav.unesp.br

**Palavras Chave:** Micrometeorologia, Difusividade Térmica do Solo, Temperatura, Cultivo de Alho

## Abstract

The apparent thermal diffusivities at two depths of the soil of a garlic plantation are obtained through an iterative numerical method, for different phases of its growth. The plantation was made on soils submitted to four forms of management: bare soil, bare soil with incorporation of organic matter, mulching, and mulching with incorporation of organic matter. The temperatures obtained with these diffusivities adjust well to the values measured in the field.

## Introdução

A temperatura do solo é essencial para a caracterização do microclima junto à superfície do solo, tornando-se portanto relevante conhecer a sua variação para melhor entendimento dos fenômenos relacionados aos balanços energéticos. É também um dos fatores que controlam o crescimento e o desenvolvimento das plantas, bem como a decomposição da matéria orgânica. Perfis de temperatura no solo podem ser obtidos pela integração da equação da condução de calor, a qual depende da difusividade térmica aparente do solo,  $K$  ( $m^2 s^{-1}$ ), que é igual à razão entre a condutibilidade térmica ( $W m^{-1} K^{-1}$ ) e a capacidade térmica ( $J m^{-3} K^{-1}$ ) aparentes deste. Estes parâmetros dependem do conteúdo de umidade, da composição e da textura do solo, que em geral variam com a profundidade. A difusividade  $K$  pode ser determinada eficientemente pelo método numérico descrito em Santos Alvalá et al. (1996). Neste método particiona-se o solo não uniforme em subcamadas, não necessariamente de mesma espessura, em cada uma das quais  $K$  é considerada constante, obtendo-se para ela iterativamente o seu valor. As temperaturas estimadas são comparadas com aquelas medidas na subcamada, até que se tenha um valor de  $K$  que minimize o desvio médio quadrático entre elas. Portanto, em cada camada considerada, necessitam-se três níveis de medida da temperatura em função do tempo, como sejam, o superior e o inferior como condição de contorno, e o intermediário para realizar a comparação citada.

Neste trabalho, utilizando-se o método mencionado, obtém-se  $K$  em duas camadas (5 a 20 cm e 10 a 40 cm), para um solo cultivado com alho Roxo Pérola de Caçador situado em Jaboticabal, SP (21°15' 22" S; 48°15' 58"; altitude 595 m), em diferentes fases de seu desenvolvimento fenológico, ocorrido no período de 25.04 (plantio) a 04.09.1997 (colheita). A plantação estava dividida em quatro parcelas no que concerne ao manejo do solo (Leal, 1998): (1) solo nu; (2) solo nu com incorporação de 30 t/ha de matéria orgânica (esterco) até 10 cm de profundidade; (3) cobertura morta ("mulch") de 5 cm, com 6 t/ha de grama batatais seca; e (4) cobertura morta como em (3), sobre solo tratado como em (2). O solo é um latossolo roxo de textura argilosa, e o clima local é subtropical com chuvas no verão e inverno relativamente seco (Köppen tipo Cwa).

## Metodologia

As temperaturas do solo foram medidas em quatro níveis, a 5, 10, 20 e 40 cm de profundidade, utilizando termopares de fios AWG-20 de cobre constantan, sendo quatro conjuntos (16 termopares) instalados aleatoriamente em cada uma das quatro parcelas de manejo do solo mencionadas, totalizando 64 termopares. Os dados foram registrados continuamente em "dataloggers" 21X da Campbell, com médias de 10 minutos.

A umidade do solo, nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm, foi determinada gravimetricamente, em intervalos variados em torno de 7 dias, mas sempre 40 a 48 horas após chuva ou irrigação, para cada uma das 16 subparcelas em que se mediu a temperatura. O nível de umidade foi mantido por chuvas e por irrigações, estas últimas realizadas quando a tensão matricial na profundidade de 20 cm, determinada por tensiômetros de mercúrio, se igualava a 40 hPa (300 mm Hg); a irrigação foi suspensa 20 dias antes da colheita do alho.

As difusividades  $K$ , para as camadas de 5 a 20 cm e de 10 a 40 cm, foram determinadas utilizando séries temporais de 24 horas (médias de 10 minutos), medidas em cada uma das quatro parcelas (sempre o mesmo conjunto de termopares, implantado antes do plantio), em quatro dias durante o ciclo fenológico da plantação, dentro do período citado, como sejam: **(i)** dia 152 - 01.06.97 - fase de desenvolvimento de 20% até 80%; **(ii)** dia 183 - 02.06.97 - desenvolvimento até 80%; **(iii)** dia 216 - 02.08.97 - fase de bulbificação do alho ; e **(iv)** dia 244 - 01.09.97 - fase de senescência/colheita.

## Resultados e Conclusões

Os valores da difusividade térmica aparente  $K$  obtidos para os diferentes dias considerados são mostrados na Tabela 1.

**Tabela 1 - Difusividade térmica aparente do solo em plantação de alho - Jaboticabal, SP**

CAMADA cm	DIFUSIVIDADE TÉRMICA APARENTE $K$ ( $W m^{-2} x 10^{-6}$ )			
	DIA			
	152 01.06.97	183 02.07.97	214 02.08.97	244 01.09.97
<b>Parcela 1 - Solo nu</b>				
05 - 20	0,180	0,180	0,230	0,197
10 - 40	0,448	0,117	0,408	0,327
<b>Parcela 2 - Solo nu com matéria orgânica</b>				
05 - 20	--	--	2,500	3,000
10 - 40	0,262	0,100	0,280	0,196
<b>Parcela 3 - Cobertura morta</b>				
05 - 20	0,740	0,485	0,700	0,470
10 - 40	0,300	0,108	0,320	0,228
<b>Parcela 4 - Cobertura morta e matéria orgânica</b>				
05 - 20	2,500	--	--	0,416
10 - 40	0,300	--	0,200	--

Note-se que os valores de **K**, determinados para os diversos dias e parcelas, nas camadas sem adição de matéria orgânica, apresentam variações significativas com o tempo, mas dentro da faixa para os solos argilosos (Arya, 1988). Estas variações não são explicáveis por alterações da umidade, pois esta variou pouco, tendo-se mantido em torno de 0,36 a 0,40 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>. Outrossim, as camadas superiores das parcelas 2 e 4 apresentam **K** com uma ordem de magnitude a mais ( $2,5 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ ), em razão da incorporação de matéria orgânica nos 10 cm iniciais. Quanto ao dossel da plantação, cuja estrutura influencia a temperatura do solo, observou-se que as plantas atingiram alturas de 59 a 66 cm aos 53 dias de cultivo, e de 79 a 86,5 cm aos 90 dias, cobrindo completamente o solo, em todos os manejos. No que concerne às séries temporais de temperatura computadas com as **Ks** determinadas, verifica-se um bom ajuste às temperaturas medidas. A Figura 1 mostra exemplos típicos destes resultados respectivamente para parcelas de solo nu e de cobertura morta com incorporação de matéria orgânica ao solo, em 01.06.97, os quais são similares aos dos demais obtidos. Finalmente, para uma análise mais completa, incluindo o entendimento das causas das variações constatadas, faz-se necessário avaliar as difusividades para os 48 conjuntos de dados medidos ainda não processados.

### **Agradecimentos**

À CAPES, pela concessão de Bolsa de Doutorado na UNESP/Jaboticabal para Francisco R. Leal.  
À Gláucia E. Ribeiro, pela preparação dos dados e elaboração da parte gráfica.

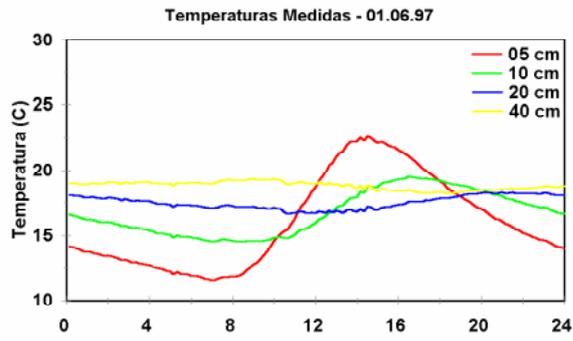
### **Referências Bibliográficas**

Arya, S. P. *Introduction to Micrometeorology*. London, Academic Press, 1988. p. 42.

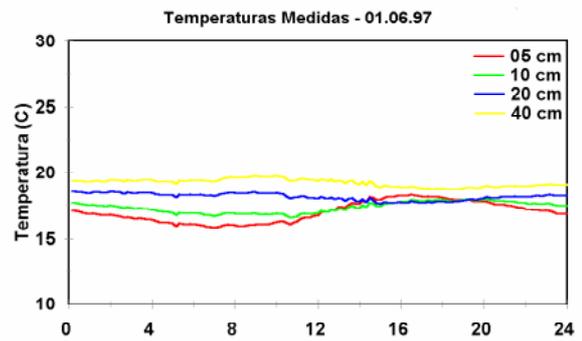
Leal, F. R. *Período de hidratação, vernalização, cobertura morta e matéria orgânica, sobre as características agrônomicas da cultura do alho CV. Roxo Pérola de Caçador*. Tese de Doutorado em Agronomia/Produção Vegetal, UNESP/Jaboticabal, 1998. 132 p.

Santos Alvalá, R. C.; Gielow, R.; Wright, I. R.; Hodnett, M. G. Thermal Properties of Amazonian Soils. In: Gash, J. H. C.; Nobre, C. A.; Roberts, J. M.; Victória, R. L. (eds). *Amazon Deforestation and Climate*. Chichester, U.K. Wiley, 1996. p. 139-150.

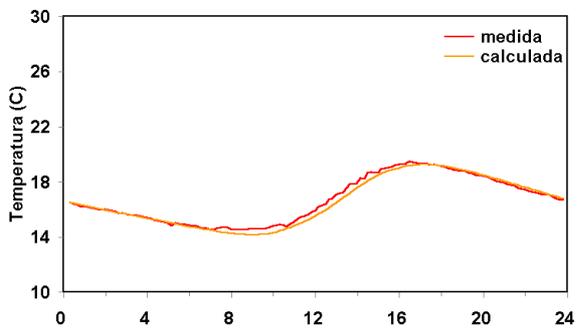
(a)



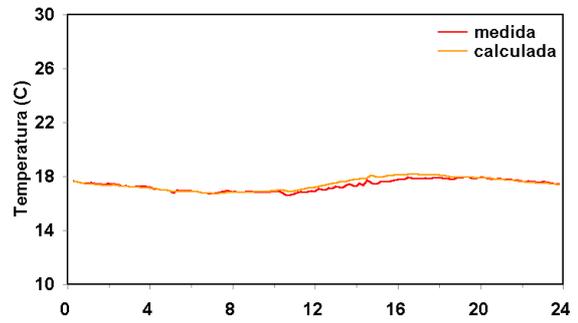
(b)



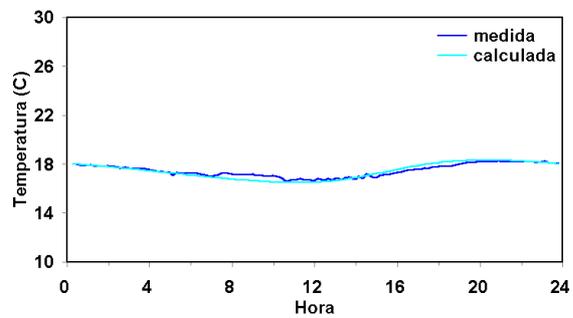
Temp. Medidas vs Calculadas - 10 cm  
 $K = 0,18 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$



Temp. Medidas vs Calculadas - 10 cm  
 $K = 2,5 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$



Temp. medidas vs Calculadas - 20 cm  
 $K = 0,448 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$



Temp. Medidas vs Calculadas - 20 cm  
 $K = 0,30 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$

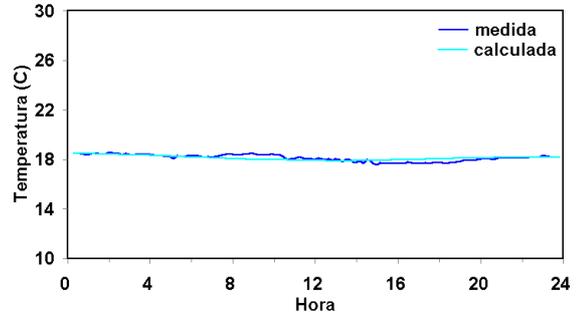


Figura 1 - Temperaturas do solo medidas e calculadas: (a) solo nu e (b) cobertura morta e matéria orgânica em 01.06.97.