

# Dinâmica entre temperaturas do ar e do solo sob duas condições de cobertura

*Dynamic between air and soil temperature under two conditions of coverage*

Leônidas Leoni Belan<sup>[a]</sup>, Talita Miranda Teixeira Xavier<sup>[b]</sup>, Herbert Torres<sup>[c]</sup>, João Vitor Toledo<sup>[d]</sup>, José Eduardo Macedo Pezzopane<sup>[e]</sup>

<sup>[a]</sup> Engenheiro agrônomo, mestre em Produção Vegetal, doutorando em Agronomia/Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG - Brasil, email: leonidas@posgrad.ufla.br

<sup>[b]</sup> Bióloga, mestre em Produção Vegetal, doutoranda em Produção Vegetal da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre, ES - Brasil, email: talitamtx@yahoo.com.br

<sup>[c]</sup> Engenheiro agrônomo, mestre em Produção Vegetal, professor do Curso Técnico em Fruticultura/Escola Estadual de Ensino Médio "José Veiga da Silva", Marataízes, ES - Brasil, email: herberttorres.agro@gmail.com

<sup>[d]</sup> Engenheiro agrônomo, mestre em Produção Vegetal, doutorando em Meteorologia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG - Brasil, email: jvitor\_agr@yahoo.com.br

<sup>[e]</sup> Engenheiro florestal, doutor em Ciências Florestais, professor associado do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre, ES - Brasil. e-mail: pezzopane2007@yahoo.com.br

## Resumo

Variações na temperatura do solo podem afetar significativamente a interação solo-planta. A aplicação de cobertura vegetal morta sobre o solo tem sido utilizada para protegê-lo contra variações bruscas de temperatura, reduzir a perda de água, etc., e assim modificando o microclima específico e vários processos físicos, químicos e biológicos. Neste estudo, avaliou-se a variação da temperatura no perfil do solo em condições de solo descoberto e com cobertura de palha seca, verificando a correlação entre a temperatura do ar e do solo em diferentes profundidades. A temperatura do solo foi monitorada nas profundidades de 2, 5, 10 e 20 cm por sensores de temperatura do solo. Os dados foram registrados a cada 10min no decorrer de 20 dias. Concluiu-se que a temperatura no perfil do solo varia em função da profundidade e da condição de cobertura. Na ausência de cobertura de palha seca, a temperatura do solo apresentou maiores amplitudes ao longo do dia, e essas amplitudes variaram ao longo do perfil. Em ambas as condições de cobertura do solo, nas profundidades 10 e 20 cm verifica-se menor amplitude térmica, e os horários em que ocorrem os valores máximos de temperatura são diferentes em cada camada do solo. Houve correlação positiva entre a temperatura do ar e do solo, na presença e na ausência de palha seca. Essa correlação foi menor no solo coberto e reduz ao longo do perfil, indicando ocorrência de fluxo de calor entre o ar atmosférico e o solo, reduzido pela presença da cobertura de palha.

**Palavras-chave:** Geotemperaturas. Cobertura morta. Amplitude térmica.



## Abstract

*Variations in soil temperature can significantly affect the soil-plant interaction. The use of dead cover on the soil has been used to protect it from changes in temperature, reducing the water loss, etc., and thus modifying the microclimate specific and various physical, chemical and biological processes. In this study, it was evaluated the temperature variation in the soil profile under conditions of bare soil and covered with dry straw, verifying the correlation between air temperature and soil at different depths. The soil temperature was monitored at depths of 2, 5, 10 and 20 cm with soil temperature sensor. The data were recorded each 10 minutes during 20 days. It was concluded that the temperature profile of the ground varies depending on the depth and the condition of cover. In the absence of coverage of straw, the soil temperature had greater amplitudes during the day, and these amplitudes varying along the profile. In both conditions of soil cover at depths 10 and 20 cm there is lower temperature range, and during the times in which they occur the maximum values of temperature are different in each soil layer. There is a positive correlation between air temperature and soil in the presence and absence of dry straw. This correlation was lower in the soil covered and reduces along the profile, indicating the occurrence of heat flow between air and soil atmospheric, reduced by the presence of the straw cover.*

**Keywords:** Soil temperature. Straw cover. Temperature range.

## Introdução

A superfície do solo, com ou sem cobertura vegetal, é a principal fonte de troca e armazenagem de energia térmica nos ecossistemas terrestres. É a partir da intensidade da radiação solar que atinge a superfície do solo que ele se aquece e se resfria, no decorrer do dia e do ano, provocando variações térmicas nas camadas subjacentes (GASPARIM et al., 2005).

A temperatura do solo tem efeitos diretos no desenvolvimento das plantas. As reações químicas e a disponibilidade de nutrientes dependem de faixas adequadas de temperatura do solo, influenciando na germinação das sementes, atividade funcional das raízes, velocidade e duração do crescimento das plantas e ocorrência e severidade de doenças em plantas (GASPARIM et al., 2005). Segundo Mota (1983), em algumas situações a temperatura do solo possui maior relevância ecológica para a vida vegetal do que a temperatura do ar.

A temperatura do solo em níveis desfavoráveis durante a estação de crescimento pode retardar ou mesmo provocar danos às colheitas. No sul do Brasil, temperaturas mais elevadas, podem prejudicar a germinação e a emergência das plântulas de diversas culturas, principalmente em solos descobertos (SILVA; REICHER; REINERT, 2006). Nos trópicos, segundo Mota (1983), a alta temperatura do solo pode causar degeneração dos tubérculos de batata; enquanto em climas temperados, segundo Johnson e Lowery (1985), a variação em 1 °C

na temperatura do solo pode afetar significativamente a taxa de crescimento do milho.

Segundo Streck, Schneider e Buriol (1994), a aplicação de cobertura na superfície do solo tem sido utilizada, dentre outras finalidades, para modificar esse microclima, proporcionando respostas positivas às plantas. Na ausência dessa cobertura vegetal, ocorre uma elevação da temperatura do solo (CATTELAN; VIDOR, 1990). Conforme descrito por Streck, Schneider e Buriol (1994), o efeito da cobertura do solo na alteração do regime térmico é determinado principalmente pela alteração no balanço de energia. Nesse caso, a cobertura intercepta a radiação solar antes desta atingir o solo (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2002). De acordo com Silva, Reicher e Reinert (2006), a palha apresenta alta refletividade da radiação solar e baixa condutividade térmica.

Os resíduos vegetais (palha) depositados na superfície protegem o solo contra o aquecimento excessivo e a perda de água. Assim como o estresse hídrico, o estresse térmico pode diminuir os fotoassimilados disponíveis ao desenvolvimento da planta (KHEDER; EWING, 1985; DaMATTA; RAMALHO, 2006). Estudos realizados no norte dos Estados Unidos indicam que a cobertura do solo pela palha reduziu a temperatura do solo em 2 °C e que prejudicou a produtividade de diversas culturas, enquanto, em regiões mais quentes dos Estados Unidos, o efeito da diminuição da temperatura do solo foi benéfico para as plantas (ZOBEL, 1992).

A cobertura morta, portanto, exerce influência marcante nas características físicas, químicas e biológicas do solo. As coberturas são capazes de modificar o regime térmico dos solos, tanto para aumentar quanto para diminuir a temperatura, e essas coberturas podem ser constituídas de materiais de diferentes espessuras e propriedades térmicas. As coberturas de material vegetal também isolam eficazmente e reduzem a magnitude das oscilações diárias da temperatura do solo. Esse efeito da cobertura sobre o solo é observado principalmente em regiões com predominância de temperatura elevada, em que o seu uso resulta em solos com temperaturas mais amenas, inclusive reduzindo grandes flutuações ao longo do dia e do perfil (GASPARIM et al., 2005).

O solo, além de armazenar e permitir os processos de transferência de água, solutos e gases, também armazena e transfere calor (GASPARIM et al., 2005). Trabalhos realizados em Pelotas, Estado do Rio Grande do Sul, demonstraram a relação da diminuição da amplitude de variação da temperatura do solo com o aumento da profundidade (MENDEZ; ASSIS, 1981).

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar a variação da temperatura no perfil do solo em condições de solo descoberto e com cobertura de palha seca, e verificar a correlação entre a temperatura do ar e do solo em diferentes profundidades.

## Materiais e métodos

O presente estudo foi realizado na área experimental do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Espírito Santo, localizada no município de Jerônimo Monteiro (ES), com as coordenadas latitude 20°47'25"S, longitude 41°23'19"W e altitude 120 m, em solo classificado como latossolo vermelho amarelo. O período experimental foi compreendido entre 11/05 a 10/06/2010.

A temperatura do solo foi monitorada nas profundidades de 2, 5, 10 e 20 cm por sensores de temperatura do solo modelo 108 da marca *Campbell Scientific* conectados a um sistema de coleta e registro de dados *Datalogger* da *Campbell Scientific*, modelo CR10X, que realizava a leitura dos dados a cada 10 segundos, sendo as médias aritméticas armazenadas a cada 10 minutos.

Para a instalação do experimento, realizou-se a limpeza do local e a retirada de resíduos vegetais.

Foram preparados dois canteiros com tamanhos de 2 x 2 metros. Foi realizada a abertura de dois perfis no solo e os sensores instalados nas profundidades referidas anteriormente, no centro de cada canteiro, eliminando assim o efeito da bordadura.

Os tratamentos avaliados foram solo descoberto e solo com cobertura de palha seca de grama, a qual foi depositada uniformemente no canteiro formando uma camada de 2 cm de espessura. Cada canteiro representou uma dessas condições de cobertura do solo. Instalou-se também um sensor da marca *Campbell Scientific*, modelo cs 500 a 0,30 m de altura sobre solo gramado, para medir e registrar a temperatura. Os dados foram considerados válidos para análise de 10 dias após a instalação dos sensores, com o intuito de deixar o solo se agregar e obter um melhor contato com os sensores. A coleta de dados para análise foi realizada entre os dias 21/05/2010 a 10/06/2010 compreendendo 20 dias (repetições). Os dados coletados e armazenados no *Datalogger* foram transferidos a um computador para processamento e análise.

Ressalta-se que não houve precipitação pluviométrica durante o decorrer do período experimental.

Com base nos dados de temperatura obtidos, foram traçadas curvas representando a variação da temperatura no perfil do solo em ambas as condições analisadas.

Para avaliar a influência da temperatura do ar sobre a variação da temperatura do solo nas diferentes profundidades em estudo, foram calculados os coeficientes de correlação de Pearson entre essas temperaturas, para cada profundidade e cada condição de cobertura do solo. A correlação de Pearson foi considerada significativa quando o valor de  $p$  foi menor que 0,01.

A confecção dos gráficos e análise estatística foi realizada por meio do aplicativo computacional Sigmaplot 11.0 (SYSTAT SOFTWARE, 2008).

## Resultados e discussão

A temperatura no perfil do solo variou em função da profundidade e da condição de cobertura (Gráfico 1). Dentre os fatores que interferem na temperatura do solo, a cobertura atua de maneira efetiva reduzindo o calor nas diferentes camadas e o efeito dessa interferência varia conforme a profundidade (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2002).

Os resultados encontrados neste estudo corroboram com Pereira, Angelocci e Sentelhas (2002) inferindo que na camada superficial (2 cm), a temperatura atinge valor máximo entre as 12h e as 14h. Ainda segundo os autores supracitados, em maiores profundidades, além de menor amplitude térmica, os horários em que ocorrem os valores máximos de temperatura são diferentes em cada camada do solo. Verifica-se que tal comportamento é válido tanto para a condição de solo coberto quanto descoberto (Gráfico 1).

Na condição de ausência de cobertura, a temperatura do solo apresentou maiores amplitudes ao longo do dia em relação ao solo coberto, e essas amplitudes variaram entre as diferentes profundidades analisadas (Gráfico 1). Nesse caso, registrou-se média de amplitude de 5,3 °C, chegando a atingir 7,8 °C na profundidade de 2 cm. Na presença de cobertura sobre o solo, a amplitude média da temperatura foi de apenas 1,3 °C chegando ao máximo de 1,9 °C na profundidade de 2 cm.

Corroborando com os resultados desse ensaio, Pezzopane et al. (1996) verificaram maior amplitude térmica no solo descoberto em relação ao solo coberto com palha de café. De acordo com esses autores, à medida que a quantidade de palha de café aumentava (maior espessura de camada isolante), a amplitude diária foi diminuindo.

Resultados semelhantes aos obtidos nesse ensaio são descritos por Zauza et al. (2001) em solos sob jardins clonais de eucalipto (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden x *E. urophylla* S.T. Blake), em que os valores de temperatura do solo nu foram superiores às temperaturas do solo coberto às 15h e a amplitude térmica também foi maior.

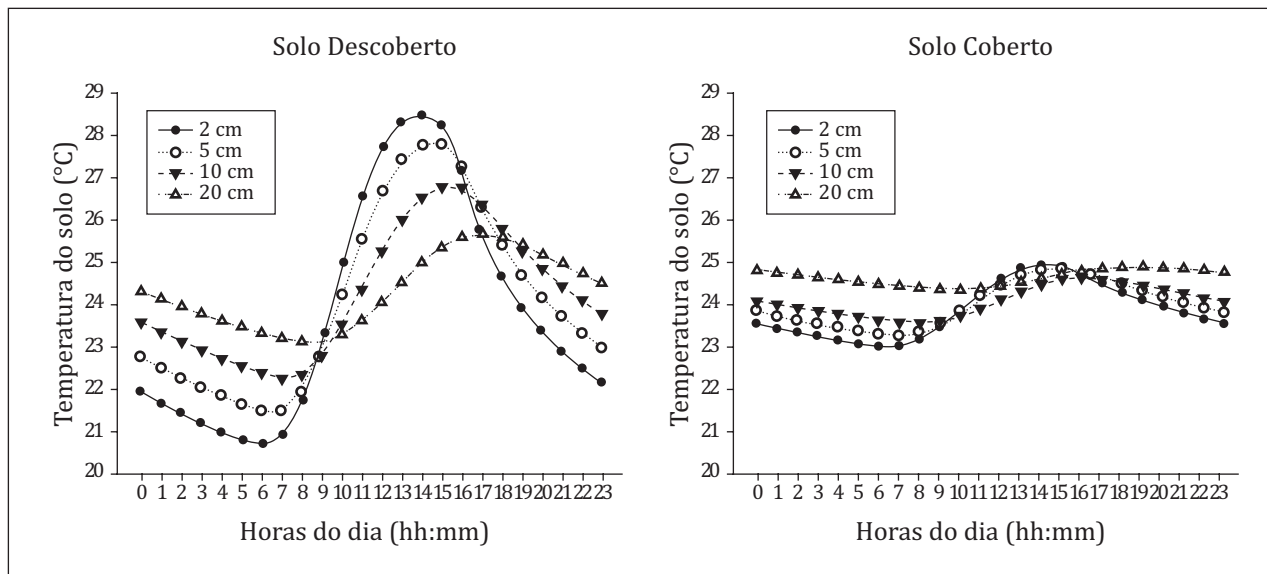
A ocorrência de solos descobertos é comum nos sistemas agrícolas brasileiros. Nesse caso, em se tratando de um país de clima tropical, em que altas temperaturas são frequentes, as oscilações diárias como as demonstradas neste estudo podem afetar, tanto a dinâmica química quanto biológica do solo, e conseqüentemente a cultura em questão. De acordo com Trevisan, Herter e Pereira (2002) e Eltz e Rovedder (2005), a elevação das temperaturas do solo resulta em uma série de alterações em diversos subsistemas. Conforme descrevem os referidos autores, trata-se de um parâmetro que atua diretamente sobre a dinâmica desse ambiente, sendo, portanto, de grande importância para a sustentação dos níveis de produtividade e qualidade.

Nota-se que independente da condição de cobertura do solo, a temperatura máxima atingida nas camadas mais superficiais (2 e 5 cm) ocorre às 14 e às 15h, com valores de 28,5 e 27,8 °C, respectivamente para solo descoberto; e 24,9 e 24,8 °C para solo coberto, evidenciando-se menores valores de temperatura máxima para esta última condição. Corroborando com esses resultados, Kunz et al. (2002) verificaram que a máxima temperatura do solo ocorreu em torno das dezesseis horas, e que os sistemas de manejo, convencional e plantio direto, foram semelhantes, porém, mantendo a tendência de menor amplitude no plantio direto. Conforme afirma Pezzopane et al. (1996), a alta refletividade à radiação solar e baixa condutividade térmica dos resíduos vegetais, além de atuar reduzindo as oscilações de temperatura do solo, reduzem a evaporação da água.

Na profundidade de 20 cm, as amplitudes de temperatura para ambas as condições de cobertura do solo foram menores em relação às demais profundidades, no entanto, verifica-se maior variação da temperatura ao longo do dia em condição de solo descoberto. Em concordância com esses resultados, Trevisan, Herter e Pereira (2002) concluíram que a palhada de aveia preta atenuou a oscilação térmica no solo na cultura do pessegueiro.

Comparando-se a amplitude das geotemperaturas nas profundidades a partir de 10 cm entre as condições de cobertura, verifica-se que a palha seca sobre o solo ainda tem seu efeito pronunciado, reduzindo amplas variações de temperatura ao longo do dia. Também verifica-se que a partir da profundidade 10 cm, o solo coberto atinge temperatura máxima mais tardiamente em relação ao solo descoberto (Gráfico 1). Pereira, Angelocci e Sentelhas (2002) confirmam tal fato.

Quanto às temperaturas mínimas, verifica-se que estas ocorrem nas primeiras horas do dia, tanto para solo coberto quanto para descoberto em todas as profundidades estudadas (Gráfico 1). No entanto, menores são as temperaturas registradas quando da ausência de cobertura sobre o solo. Os resultados obtidos por Zauza et al. (2001) contribuem para explicar esses efeitos, na forma de que a cobertura com resíduos vegetais sobre o solo impede que o mesmo perca calor para a atmosfera durante o período noturno, reduzindo assim a amplitude na variação da temperatura.



**Gráfico 1** - Variação média da temperatura ao longo do dia e em diferentes profundidades em um latossolo vermelho amarelo, com presença e ausência de cobertura de palha seca. Jerônimo Monteiro (ES), maio-junho de 2011

Fonte: Dados de pesquisa.

Kunz et al. (2002) avaliaram o efeito de diferentes sistemas agrícolas sob a temperatura do solo durante o ciclo do feijoeiro e seus resultados confirmam as observações deste estudo. Esses autores mostraram que a palha, fundamental no sistema de plantio direto, assim como neste estudo, atuou como isolante térmico, impedindo que o solo se aquecesse e transmitisse calor para a profundidade de 10 cm, reduzindo a amplitude térmica ao longo do dia nesse ponto do perfil do solo. Os autores ainda acrescentam que, na condição de ausência de cobertura de palha seca sobre o solo, foram registradas as menores temperaturas mínimas, tanto na profundidade de 2,5 e 10 cm.

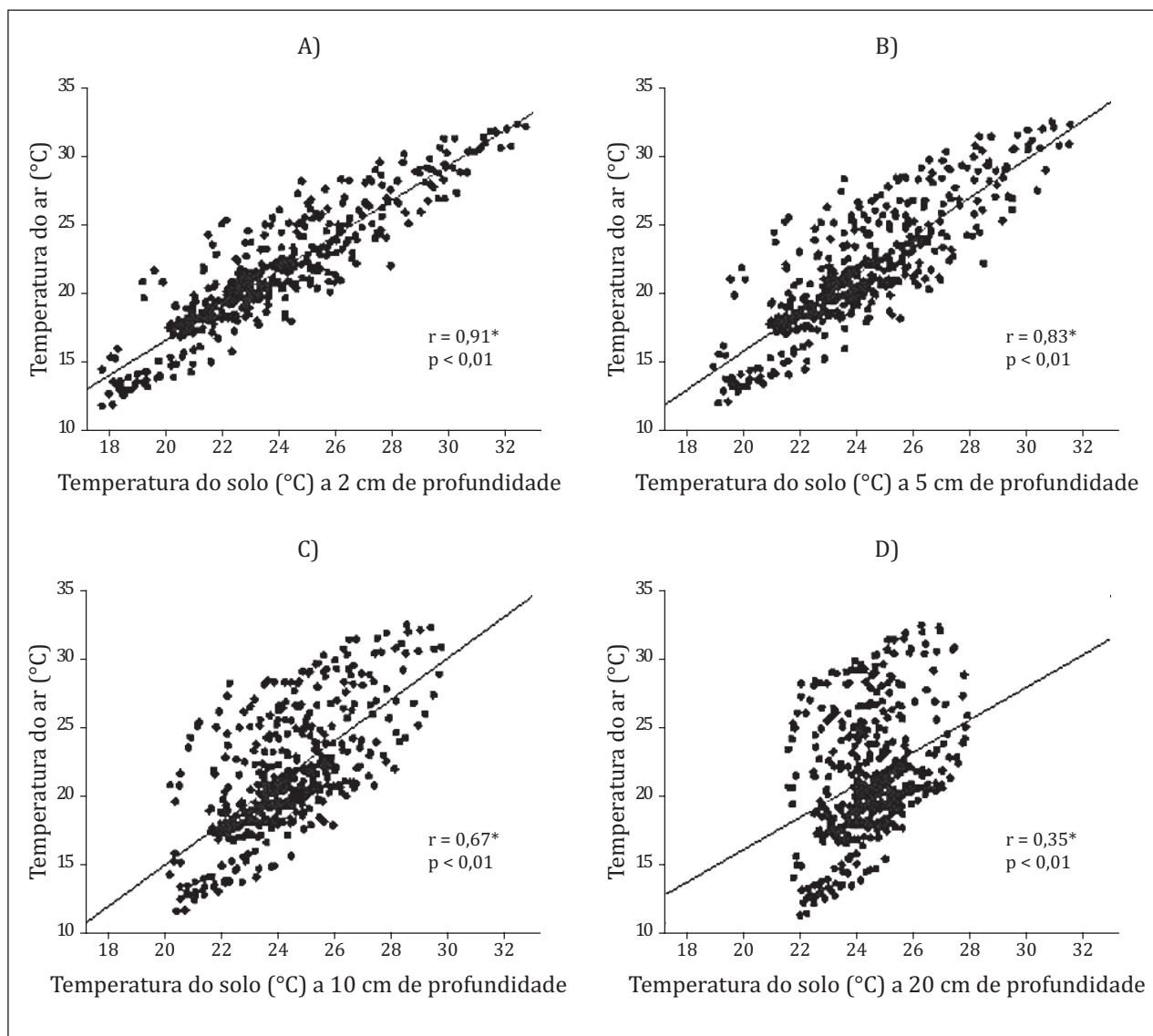
Assim como Kunz et al. (2002) em estudo sobre a influência da cobertura do solo com resíduos vegetais de aveia preta, Knies (2010) verificou que houve uma redução da temperatura máxima em até 7,5 °C e a amplitude térmica no solo em até 6,27 °C. Todas essas informações corroboram com os resultados obtidos neste estudo.

Verificou-se que na profundidade de 2 cm ocorreram as maiores variações da temperatura do solo, independente das condições de cobertura (Gráfico 1). Tal fato ressalta a influência da temperatura do ar sobre a dinâmica da temperatura no perfil do solo. De fato, houve correlação positiva entre a temperatura do ar e a temperatura do solo, na presença e na ausência de cobertura de palha seca ( $p \leq 0,01$ ,

Gráficos 2 e 3). Observa-se que à medida que aumenta a temperatura do ar, aumenta proporcionalmente a temperatura do solo, no entanto essa relação vai se reduzindo gradativamente ao longo do perfil ( $p \leq 0,01$ , Gráficos 2 e 3).

Verifica-se que em condições de solo descoberto, existe alta correlação entre as temperaturas do ar e do solo, principalmente nas profundidades de 2 e 5 cm ( $p \leq 0,01$ , Gráfico 2). Mesmo na presença de cobertura sobre o solo, existe correlação com a temperatura do ar ( $p \leq 0,01$ , Gráfico 3); no entanto, essa relação não é tão expressiva, indicada pelos menores valores de coeficientes de correlação, quando comparados aos coeficientes obtidos para todas as profundidades na condição de solo descoberto ( $p \leq 0,01$ , Gráficos 2 e 3). Nesse caso, o material orgânico acumulado na superfície funcionou como um tampão, evitando oscilações bruscas de temperatura no perfil do solo à medida que ocorre variação de temperatura no ambiente externo.

Confirmando esses fatos, Pereira, Angelocci e Sentelhas (2002) descrevem que a temperatura do ar influencia na temperatura nas camadas superficiais do solo. Por sua vez, Streck, Schneider e Buriol (1994) descrevem que o fluxo de calor entre o ar atmosférico e o solo coberto, geralmente é menor do que no solo sem cobertura vegetal. Brito-Costa et al. (2007) verificaram correlação entre a temperatura do ar sobre o solo, mesmo em condições de solos alagados.



**Gráfico 2** - Correlação entre temperatura do ar e temperatura do solo descoberto em diferentes profundidades: A) 2 cm; B) 5 cm; C) 10 cm e D) 20 cm. Jerônimo Monteiro (ES), maio-junho de 2010

Fonte: Dados de pesquisa.

Nota: \* Correlação de Pearson.

## Conclusões

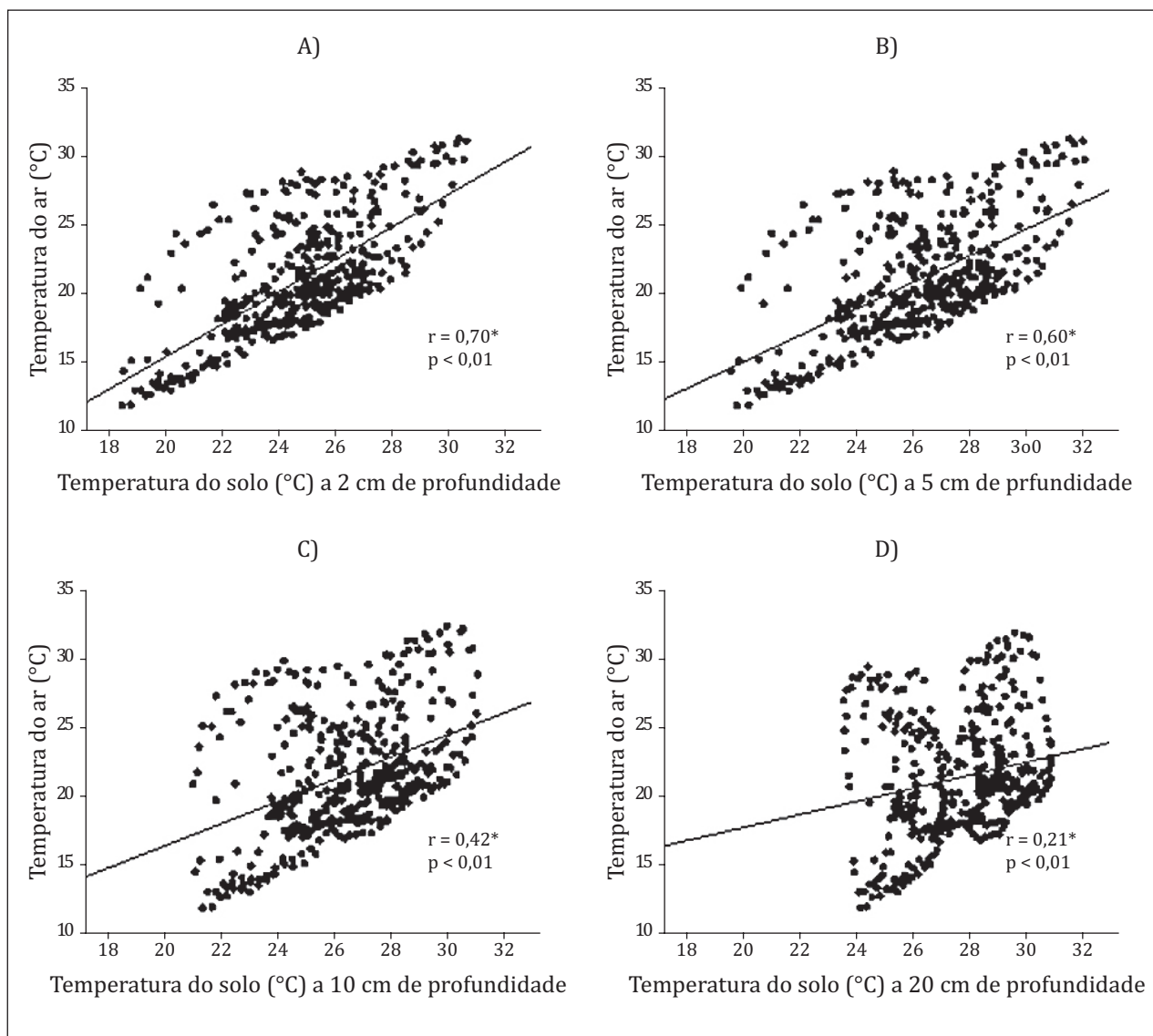
A temperatura no perfil do solo varia em função da profundidade e da condição de cobertura do solo.

Na condição de ausência de cobertura, a temperatura do solo apresentou maiores amplitudes ao longo do dia em relação ao solo coberto, e tais amplitudes variam entre as diferentes profundidades analisadas.

Em maiores profundidades (10 e 20 cm) verifica-se menor amplitude térmica para ambas as

condições de cobertura do solo. Além disso, os horários em que ocorrem os valores máximos de temperatura são diferentes em cada camada do solo.

Houve correlação positiva entre a temperatura do ar e a temperatura do solo no que concerne à presença e ausência de cobertura vegetal morta e essa relação é reduzida gradativamente ao longo do perfil. No entanto, na presença de palha seca, essa correlação é menor, se comparada à condição de solo descoberto.



**Gráfico 3** - Correlação entre temperatura do ar e temperatura do solo coberto em diferentes profundidades: A) 2 cm; B) 5 cm; C) 10 cm e D) 20 cm. Jerônimo Monteiro (ES), maio-junho de 2010

Fonte: Dados de pesquisa.

Nota: \* Correlação de Pearson.

## Referências

BRITO-COSTA, G. et al. Comportamento das temperaturas do ar, foliar e do solo em manguezal natural na Amazônia. **Ciência e Natura**, Edição Especial – Micrometeorologia, p. 79-82, 2007.

CATTELAN, A. J.; VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo, em função de variações ambientais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 14, n. 2, p. 133-142, 1990.

DaMATTa, F. M.; RAMALHO, J. D. C. Impacts of drought and temperature stress on coffee physiology and production: a review. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 18, n. 1, p. 55-81, 2006. doi:10.1590/S1677-04202006000100006.

ELTZ, F. L. F.; ROVEDDER, A. P. M. Revegetação e temperatura do solo em áreas degradadas no sudoeste do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 11, n. 2, p. 193-200, 2005.

- GASPARIM, E. et al. Temperatura no perfil do solo utilizando duas densidades de cobertura e solo nu. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, n. 1, p. 107-115, 2005. doi:10.4025/actasciagron.v27i1.2127.
- JOHNSON, M. D.; LOWERY, B. Effect of three conservation tillage practices on soil temperature and thermal properties. **Soil Science Society of America Journal**, v. 49, n. 6, p. 1547-1552, 1985. doi:10.2136/sssaj1985.03615995004900060043x.
- KHEDHER, M. B.; EWING, E. E. Growth analyses of eleven potato cultivars grown in the greenhouse under long photoperiods with and without heat stress. **American Potato Journal**, v. 62, n. 10, p. 537-554, 1985.
- KNIES, A. E. **Temperatura e umidade de um solo franco arenoso cultivado com milho**. 2010, 104 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.
- KUNZ, M. et al. Temperatura do solo influenciado pelo sistema de manejo dado ao solo para a cultura do feijoeiro. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 14., 2002, Cuiabá, **Anais...** Cuiabá: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002.
- MENDEZ, M. E. G.; ASSIS, F. N. Comportamento térmico de um planossolo da unidade de mapeamento Pelotas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 2., 1981, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1981. p. 234-236.
- MOTA, F. S. **Meteorologia agrícola**. 6. ed. São Paulo: Nobel, 1983.
- PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002.
- PEZZOPANE, J. E. M. et al. Temperatura do solo em função da cobertura morta por palha de café. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 4, n. 2, p. 7-10, 1996.
- SILVA, V. R.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. Variação na temperatura do solo em três sistemas de manejo na cultura do feijão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 3, p. 391-399, 2006. doi:10.1590/S0100-06832006000300001.
- STRECK, N. A.; SCHNEIDER, F. M.; BURIOL, G. A. Modificações físicas causadas pelo mulching. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 2, p. 131-142, 1994.
- SYSTAT SOFTWARE. **SigmaPlot for Windows**, version 11.0., San Jose, CA: Systat Software, Inc., 2008.
- TREVISAN, R.; HERTER, F. G.; PEREIRA, I. S. Variação da amplitude térmica do solo em pomar de pessegueiro cultivado com aveia preta (*Avena sp.*) e em sistema convencional. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 8, n. 2, p. 155-157, 2002.
- ZAUZA, E. A. V. et al. Manutenção da unidade e temperatura do solo em jardim clonal de Eucalyptus e aumento do índice de enraizamento de estacas, sob diferentes tipos de cobertura morta. **Revista Árvore**. v. 25, n. 3, p. 289-293, 2001.
- ZOBEL, R. W. Soil environmental constraints to root growth. In: HATFIELD, J. J.; STEWART, B. A. (Ed.). **Limitations to plant root growth**. New York: Springer-Verlag, 1992. p. 27- 48.

Recebido: 12/08/2011  
Received: 08/12/2011

Aprovado: 14/03/2013  
Approved: 03/14/2013