

Variação da temperatura do solo em diferentes sistemas de manejo e níveis de compactação durante o ciclo do milho

Rodrigues, M. F.¹; Kaiser, D. R.²; Albuquerque, J. A.³; Kunz, M.⁴; Reinert, D. J.⁵; Reichert, J. M.⁶

¹Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, CEP: 97105900, e-mail: miriamf_rodrigues@yahoo.com.br, (Apresentadora); ²UFSM, e-mail: douglasrodrigokaiser@gmail.com; ³Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), e-mail: jackson@cav.udesc.br; ⁴UFSM, e-mail: mkunzagro@hotmail.com; ⁵UFSM, e-mail: dalvanreinert@gmail.com, ⁶ UFSM, e-mail: reichert@smail.ufsm.br.

Introdução

A temperatura do solo é fundamental para o crescimento e desenvolvimento das plantas, pois afeta os processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem no solo, tais como: germinação de sementes, crescimento aéreo e de raízes, nutrientes e atividade microbiana (GUPTA, et al., 1984). É determinada pela intensidade e duração da radiação solar, sendo que a localização geográfica, a declividade, a precipitação, períodos secos e ação antrópica, além do nível de cobertura, conteúdo de água, composição e densidade do solo (KAISER et al., 2002; HILLEL, 1998) são elementos que interferem na temperatura e fluxo de calor no solo.

A amplitude térmica do solo pode ser minimizada com o manejo e o grau de cobertura do solo, capaz de proteger e limitar a incidência de energia solar. Ainda, os resíduos vegetais deixados na superfície do solo, em sistemas conservacionistas, servem como atenuadores da amplitude térmica, pois alteram o balanço de radiação devido à diferença no coeficiente de reflexão e, a conseqüente redução na taxa de aquecimento do solo e na oscilação da temperatura ao longo do tempo (SALTON, 1995; PEZZOPANE, 1996). Contudo, a compactação do solo pode afetar o fluxo de calor no perfil do solo, devido ao aumento na densidade do solo e à proximidade entre partículas, que favorece a condutividade térmica do solo. A umidade do solo influencia na temperatura do solo, principalmente na determinação da quantidade de calor utilizado no processo de evaporação da água nele existente.

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de diferentes sistemas de manejo e níveis de compactação na temperatura do solo durante o ciclo do milho.

Material e Métodos

O estudo foi realizado na área experimental do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria-RS. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é subtropical úmido, tipo “Cfa”. O solo é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (Embrapa, 1999) (Typic Hapludalf), com valores médios iguais a 106 g kg⁻¹ de argila, 240 g kg⁻¹ de silte e 654 g kg⁻¹ de areia (classe textural franco arenosa) até profundidade de 30 cm.

A área utilizada para o experimento vinha sendo cultivada no sistema de semeadura direta desde o ano de 2004. Antes de ser incorporada ao sistema produtivo, essa área foi mantida em pousio por 15 anos com predominância de gramíneas nativas. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com três repetições. O experimento consistiu de sistemas de manejos e níveis de compactação com os tratamentos: plantio direto (PD); plantio direto com tráfego adicional por 2 passadas sobrepostas de uma pá carregadeira de 8,5 toneladas (PDc), Subsolação até 35 cm de profundidade (Sub) e preparo convencional com lavração até 35 cm de profundidade e gradagem superficial (PC).

A umidade volumétrica do solo foi monitorada com a técnica da Reflectometria no domínio do tempo (TDR-100 da Campbell Scientific) nas camadas de 0 a 5, 5 a 10 e 10 a 20 cm.

A temperatura do solo foi monitorada com sensores do tipo termopar de cobre-constantan, instalados 25 dias após a semeadura da cultura do milho (DAS), a 2,5 cm, 7,0 cm e 15,0 cm de profundidade. Os sensores de termopares foram conectados a um multiplexador (AM25T da Campbell Scientific) sendo o controle e o registro das leituras feito por um armazenador eletrônico de dados (Datalogger). Instalou-se também um pluviômetro para o registro das precipitações. Os termopares e o pluviômetro, conectados ao datalogger, possibilitaram o registro dos dados de temperatura e precipitação em intervalos de 30 min. Os dados de radiação solar foram obtidos na estação meteorológica automática, da Universidade Federal de Santa Maria.

Os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para verificar a distribuição de normalidade. Procederam-se a análise de variância e a comparação de médias utilizando-se o teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Resultados e discussão

O regime térmico do solo (Figura 1) foi influenciado pela sua densidade (D_s) (Figura 5), pois a D_s afeta a proporção volumétrica das fases sólida, líquida e gasosa do solo. Os tratamentos SUB e PC, com menor D_s , apresentaram as maiores amplitudes térmicas devido ao maior espaço aéreo, à baixa capacidade de conduzir calor e ao efeito isolante do ar. Kaiser et al. (2002) e Silva et al. (2006) também verificaram que solos com elevado espaço aéreo apresentam maior oscilação de temperatura.

As menores amplitudes térmicas foram em PD e PDc, devido a proximidade entre as partículas sólidas e a presença de palha em superfície. Os resíduos culturais em superfície protegem o solo do aquecimento excessivo e da perda de água (HILLEL, 1998), devido à refletividade da radiação solar e baixa condutividade térmica. Somando-se a isso, a proximidade de partículas da fase sólida do solo proporciona maior capacidade de transferência do saldo de radiação para os níveis inferiores do solo, fazendo com que o mesmo se aqueça e se resfrie de forma mais lenta. Furlani et al. (2008) também atribuiu as menores temperaturas e amplitude térmica aos resíduos presentes no solo, que diminuem a perda de água por evaporação, devido à reflexão e à absorção de energia solar incidente.

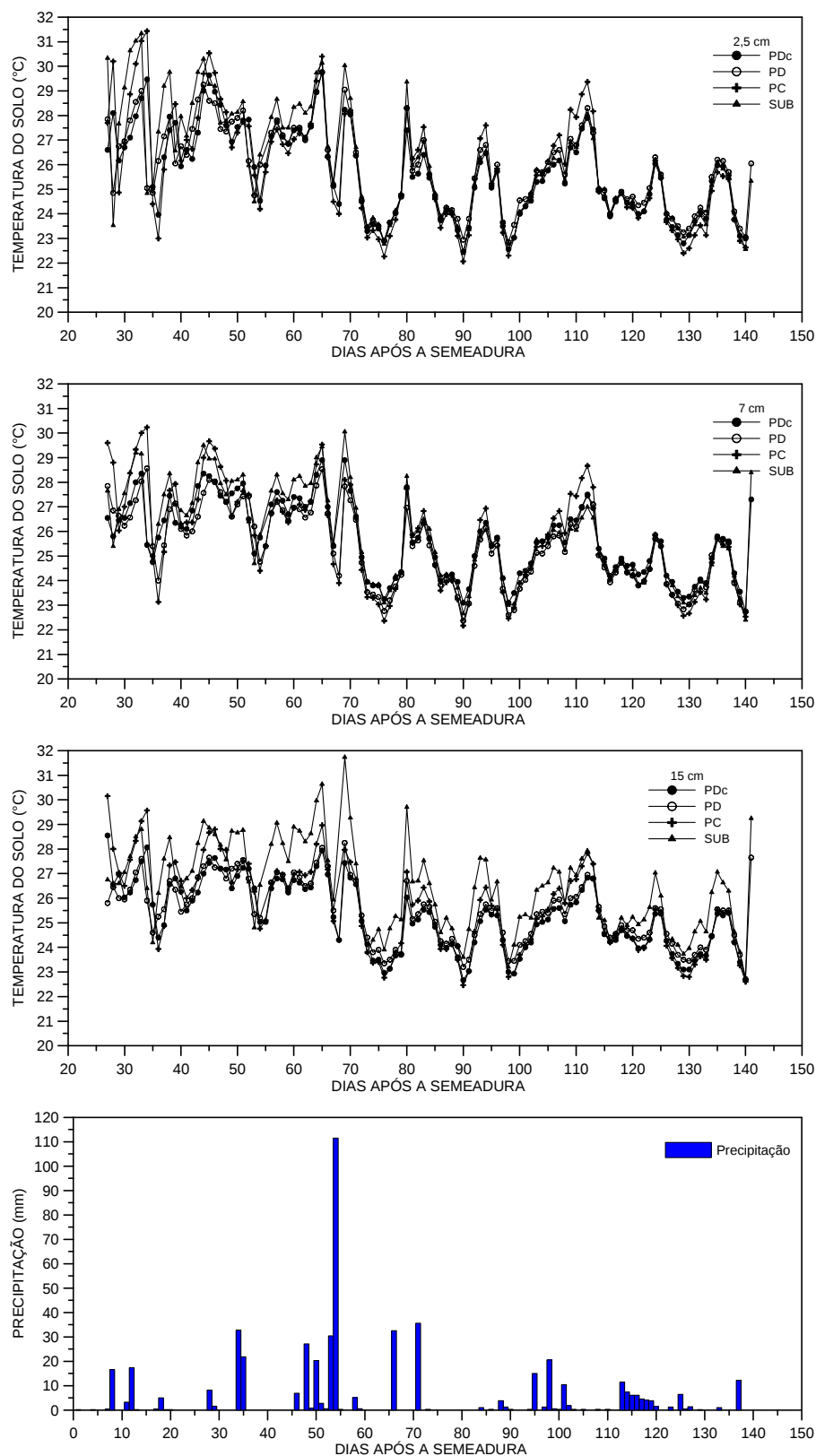


Figura 1. Temperatura do solo nas profundidades de 2,5 cm, 7,0 cm e 15,0 cm, para os diferentes manejos e níveis de compactação, e precipitação, durante o ciclo da cultura do milho.

Aos 30 DAS verificou-se uma situação de elevada umidade e radiação solar (Figura 2). Na profundidade de 2,5cm, as maiores oscilações e temperaturas foram para o SUB, sendo semelhante ao PC. O PDc, com maior teor de umidade apresentou menor oscilação térmica ao longo do dia. Já, o PC, com menor umidade, apresentou grande variação de temperatura, principalmente nas horas de maior radiação solar (Figura 2). A maior amplitude térmica, a 7,0 cm de profundidade foi para o PC, nos períodos de maior radiação, devido ao baixo teor de umidade. Aos 15,0 cm de profundidade do solo, a variação da temperatura apresentou-se reduzida, sendo que a diferença entre tratamentos foi percebida no início do dia.

Em um estudo realizado por Dalmago et al. (2004), verificou-se maior aquecimento do solo no sistema de preparo convencional, para as profundidades de 2,5 cm e 10,0 cm e, o crescimento das plantas favoreceu a redução da amplitude térmica a 10 cm, em todos os sistemas de manejo.

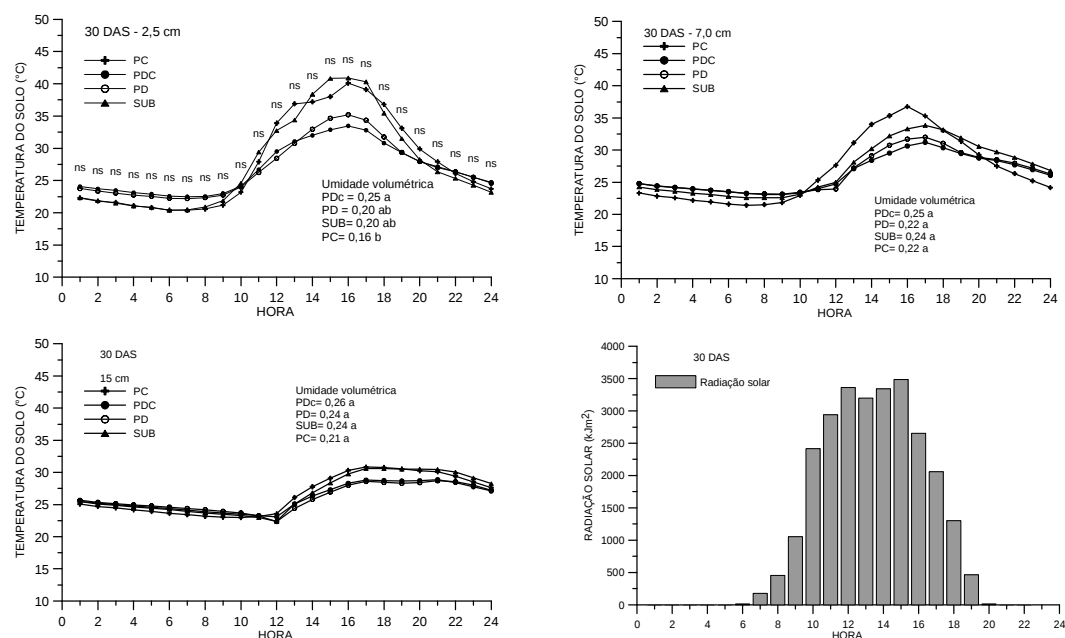


Figura 2. Temperatura do solo nas profundidades de 2,5 cm, 7,0 cm e 15,0 cm, para os diferentes manejos e níveis de compactação, e radiação solar, aos 30 DAS.

Uma situação de elevada radiação solar e baixa umidade foi verificada 40 DAS (Figura 3), onde o SUB apresentou a maior amplitude térmica nas horas de maior insolação para a camada superficial. De acordo com Pezzopane et al. (1996), isto pode ser explicado pelo balanço de energia, onde parte da radiação líquida é gasta no processo de evaporação e, com o solo seco, essa radiação é consumida pelo fluxo de calor sensível e pelo aquecimento do solo. Além disso, a transferência de calor para as camadas mais profundas do solo é menos eficiente, pois o menor teor de água reduz também a sua condutividade térmica.

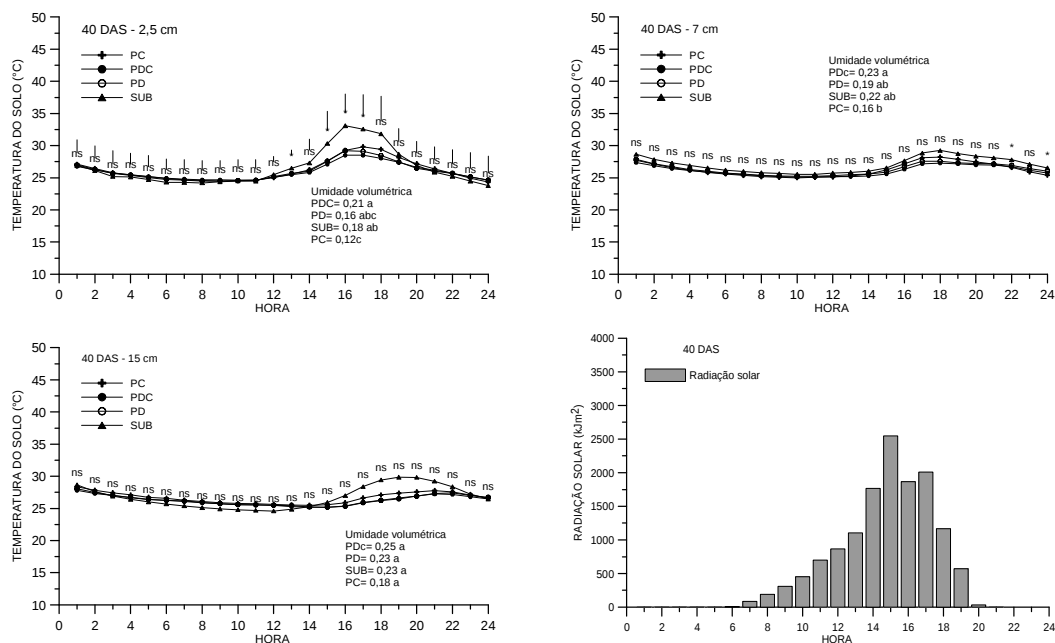


Figura 3. Temperatura do solo nas profundidades de 2,5 cm, 7,0 cm e 15,0 cm, para os diferentes manejos e níveis de compactação, e radiação solar, 40 DAS.

A menor amplitude térmica ocorreu 54 DAS, onde foi registrada baixa radiação solar e elevado teor de umidade no solo (Figura 4), devido à precipitação nesse período (Figura 1). Porém observou-se uma elevação de temperatura a 2,5 cm de profundidade, nas horas de maior insolação. Esse resultado corrobora com Furlani et al. (2008), que atribuíram a menor amplitude térmica ao maior teor de umidade, para ambos os tratamentos.

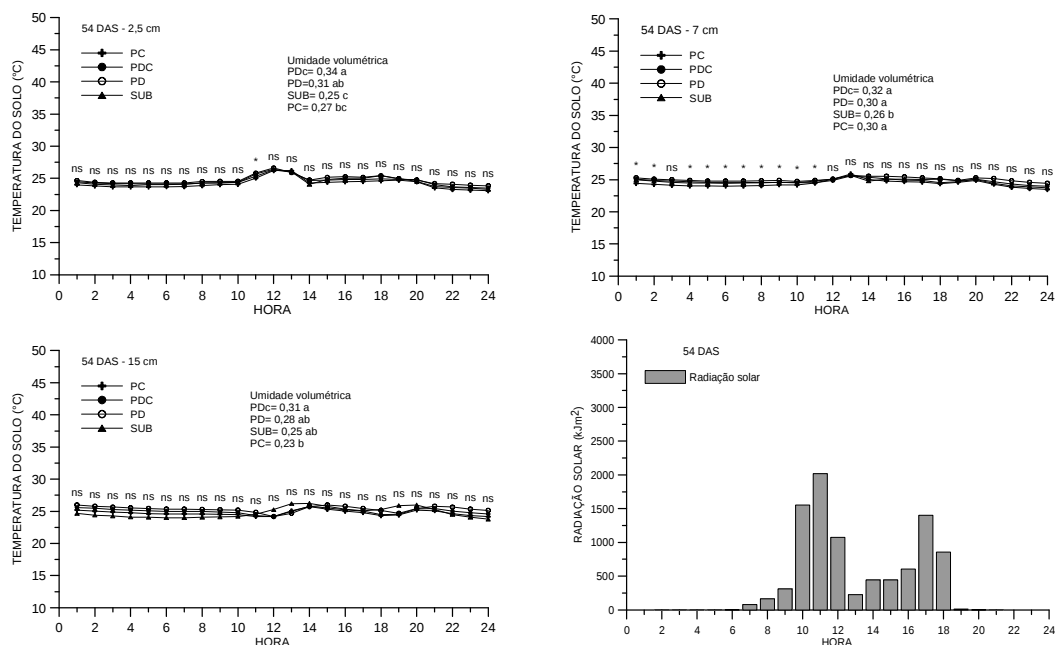


Figura 4. Temperatura do solo nas profundidades de 2,5 cm, 7,0 cm e 15,0 cm, para os diferentes manejos e níveis de compactação, e radiação solar, aos 54 DAS.

O comportamento da temperatura do solo, nas situações de umidade e radiação referidas aos 30, 40 e 54 DAS, foi recorrente durante todo o ciclo da cultura do milho, representado na Figura 1, onde a baixa Ds aliada ao reduzido teor de umidade e a elevada radiação solar proporcionaram as maiores temperaturas e as maiores amplitudes térmicas.

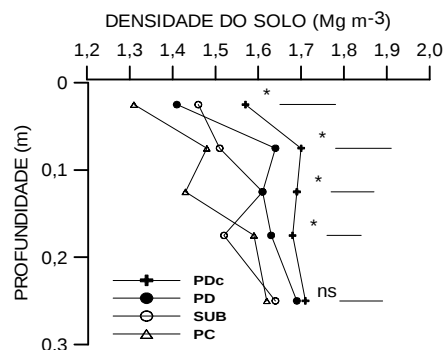


Figura 5. Densidade do solo, em profundidade, para os sistemas de manejo.

Conclusões

O revolvimento do solo (PC e SUB) proporcionou as maiores temperatura e amplitude térmica no solo, a 2,5 cm, 7,0 cm e 15,0 cm de profundidade. A temperatura do solo foi influenciada pelo nível de compactação e pelo teor de umidade do solo durante o ciclo da cultura do milho, tendo incremento com o aumento da radiação solar, para todos os tratamentos. A cobertura do solo é uma forma alternativa no manejo da temperatura do solo. O teor de água do solo na camada de 0 a 10 cm de profundidade foi superior no sistema plantio direto aos 30, 40 e 54 DAS.

Literatura Citada

- DALMAGO, G. A.; BERGAMASCHI, H.; COMIRAN, F.; BIANCHI, C. A. M.; BERGONCI, J. I. Soil temperature in maize crops as function of soil tillage systems. In: ISCO 2004, 23., Brisbane, 2004. Resumos expandidos. Brisbane, ISCO, 2004. 4p.
- FURLANI, C. E. A.; GAMERO, C. A.; LEVIEN, R.; SILVA, R. P. & CORTEZ, J. W. Temperatura do solo em função do preparo do solo e do manejo da cobertura de inverno. **R. Bras. Ci. Solo**, v.32, p. 375-380, 2008.
- GUPTA, S. C.; LARSON, W. E.; ALLMARES, R. R. Predicting soil temperature and soil heat flux under different tillage-surface residue conditions. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v.48, p. 223-232, 1984.
- HILLEL, D. **Environmental soil physics**. New York, Academic Press, 1998. 771p.
- KAISER, D. R.; STRECK, C. A.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; SILVA, V. R.; FERREIRA, F. & KUNZ, M. Temperatura do solo afetada por diferentes estados de compactação. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA. 14., Cuibá, 2002. Anais. Cuibá, 2002. 4p.
- PEZZOPANE, J. E. M.; CUNHA, G. M.; ARNSHOLZ, E. & COSTALONGA, M. J. Temperatura do solo em função da cobertura morta por palha de café. **R. Bras. Agrometeorologia**, v.4, n.2:7-10, 1996.
- SALTON, J. C. & MIELNICZUK, J. Relações entre sistemas de preparo, temperatura e umidade de um Podzólico Vermelho-Escuro de Eldorado do Sul (RS). **R. Bras. Ci. Solo**, v.19, p.313-319, 1995.
- SILVA, V. R.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. Variação na temperatura do solo em três sistemas de manejo na cultura do feijão. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 30, p. 391-399, 2006.