



Temperatura do solo sob três condições de cobertura em Londrina, Paranavaí e Guarapuava, no estado do Paraná

Dalziza de Oliveira^{1(*)} e Edmirson Borrozzino¹

¹Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR, Rodovia Celso Garcia Cid, km 375, CEP 86057-970 Londrina, PR. E-mails: dalzizadeoliveira@gmail.com e sam@iapar.br

(*)Autor para correspondência.

INFORMAÇÕES

História do artigo:

Recebido em 25 de maio de 2018

Aceito em 20 de dezembro de 2018

Termos para indexação:

climatologia

temperatura do solo

solo nu

solo gramado

cobertura morta

RESUMO

O objetivo deste estudo foi investigar a variação da temperatura do solo sob três condições de cobertura: solo nu, gramado e com cobertura morta em três localidades do estado do Paraná. Para isso foram utilizados dados do período 1980-2017 de Londrina e 1986-2017 de Guarapuava e Paranavaí. As maiores temperaturas médias do solo foram observadas em Paranavaí, depois Londrina e, por último, Guarapuava, em resposta aos fatores edafoclimáticos. O solo nu apresentou as maiores temperaturas, atingindo 58,0°C em Londrina, 57,0°C em Paranavaí e 53,4°C em Guarapuava. Os solos com cobertura tiveram variação térmica similar, mas as menores temperaturas do solo em todos os horários de observação foram registradas sob cobertura morta. Em situações de extremo calor, quando se comparam as temperaturas extremas, as diferenças entre solo nu e com cobertura morta atingiram 18,8°C em Londrina, 17,2°C em Paranavaí e 17,4°C em Guarapuava. Essas diferenças reforçam a importância do manejo de solos e de manter a cobertura ao longo de todo o ano, mas especialmente no verão, em todas as regiões do estado.

© 2018 SBAgro. Todos os direitos reservados.

Introdução

O solo não é um substrato inerte, composto apenas de partículas minerais. Nele existe uma importante comunidade de organismos e microrganismos responsáveis pela decomposição e transformação da matéria orgânica. A temperatura do solo afeta processos físicoquímicos como a intemperização dos solos e a difusão de gases e solutos, bem como os processos biológicos da germinação de sementes, desenvolvimento de raízes e sua atividade na absorção de nutrientes e água e as taxas de decomposição da

matéria orgânica (Bergamaschi e Guadagnin, 1993; Righi et al., 2005). Temperaturas muito elevadas podem paralisar e comprometer vários desses processos.

Uma das formas mais eficientes de amenizar as variações de temperatura do solo é o uso de cobertura vegetal. Em solos cobertos as variações térmicas são pequenas e o teor de água é maior, mantendo condições adequadas ao desenvolvimento radicular. A cobertura do solo é também um fator preponderante para a preservação e o acúmulo de matéria orgânica (Righi et al., 2005). A cobertura do solo por resíduos vegetais é também a forma mais eficien-

te de reduzir o impacto das gotas de chuva sobre o solo, que constitui a primeira fase da erosão, sendo o sistema de plantio direto a melhor alternativa para essa finalidade (Bertol, 2011).

Coberturas de palha controlam a temperatura do solo porque evitam o contato direto entre a energia radiante e o solo. Na Índia, a cobertura morta com palha tem sido usada para conservar a umidade, moderar a temperatura do solo e suprimir ervas daninhas. Naquele país, as demandas por irrigação reduziram e a eficiência de armazenamento de água aumentou em até 80% pelo uso de cobertura morta de palha (Greb et al., 1970, citados por Khan et al., 2002). A temperatura do solo sob cobertura de palha foi reduzida devido à interceptação da radiação solar (sombreamento) e ao resfriamento evaporativo (Khan et al., 2000, citados por Khan et al., 2002).

Colozzi Filho et al. (2011) afirmam que no plantio direto criam-se condições favoráveis para que a pedobiota se mantenha ativa e diversificada, mantendo a funcionalidade dos grupos microbianos e aumentando a resiliência do sistema em relação aos fatores de estresse bióticos e abióticos.

O objetivo deste trabalho foi comparar as temperaturas do solo sob três diferentes condições de cobertura (solo nu, gramado e com cobertura morta) em três diferentes condições edafoclimáticas no estado do Paraná (Londrina, Paranavaí e Guarapuava).

Material e Métodos

Visando conhecer os regimes térmicos do solo no estado do Paraná tomaram-se três locais representativos de condições diversas e contrastantes: Londrina (região norte, solo argiloso), Paranavaí (região noroeste, solo arenoso) e Guarapuava (região centro-sul, solo argiloso). Foram utilizados registros diários de temperatura do solo obtidos de geotermômetros de mercúrio com divisões de 0,2°C instalados às profundidades de 2, 5, 10, 20, 40 e 100 cm. A profundidade de 100 cm foi registrada apenas em Londrina.

Os “tanques” de solos tinham área de 4 m x 4 m cada, instalados nas estações agrometeorológicas do IAPAR adja-

centes uns aos outros, sendo a única diferença entre eles a cobertura, sendo: a) solo nu, frequentemente capinado; b) solo gramado, isto é, recoberto com grama periodicamente aparada; c) solo com cobertura morta (revestido com restos de gramíneas secas ou de outras plantas, dependendo da disponibilidade desses materiais, formando uma espécie de “cama” de aproximadamente 5 cm de espessura).

A localização e características principais do clima de cada uma das localidades, juntamente com o período de observação utilizado, são apresentados na Tabela 1.

Londrina e Paranavaí têm clima Cfa segundo Köppen (subtropical; temperatura média do ar no mês mais frio inferior a 18 °C e temperatura média do ar no mês mais quente acima de 22 °C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida). Guarapuava tem clima Cfb - temperado propriamente dito; temperatura média do ar no mês mais frio abaixo de 18 °C, com verões frescos, temperatura média do ar no mês mais quente abaixo de 22 °C e sem estação seca definida (Caviglione et al., 2000).

Os solos onde estão localizadas as estações meteorológicas são os seguintes, de acordo com a classificação brasileira: a) Londrina: Latossolo Vermelho eutroférico muito argiloso; b) Paranavaí: Latossolo Vermelho distrófico típico e; c) Guarapuava: Latossolo Bruno distrófico úmbrico de textura argilosa.

O cálculo da temperatura média do solo seguiu a metodologia proposta por Godoy (1985), através da equação 1:

$$T_m = (T_9 + T_{15} + 2.T_{21}) / 4 \quad (1)$$

Onde: T_m é a temperatura média diária e T_9 , T_{15} e T_{21} são as temperaturas do solo medidas às 9, 15 e 21 horas.

Resultados e Discussão

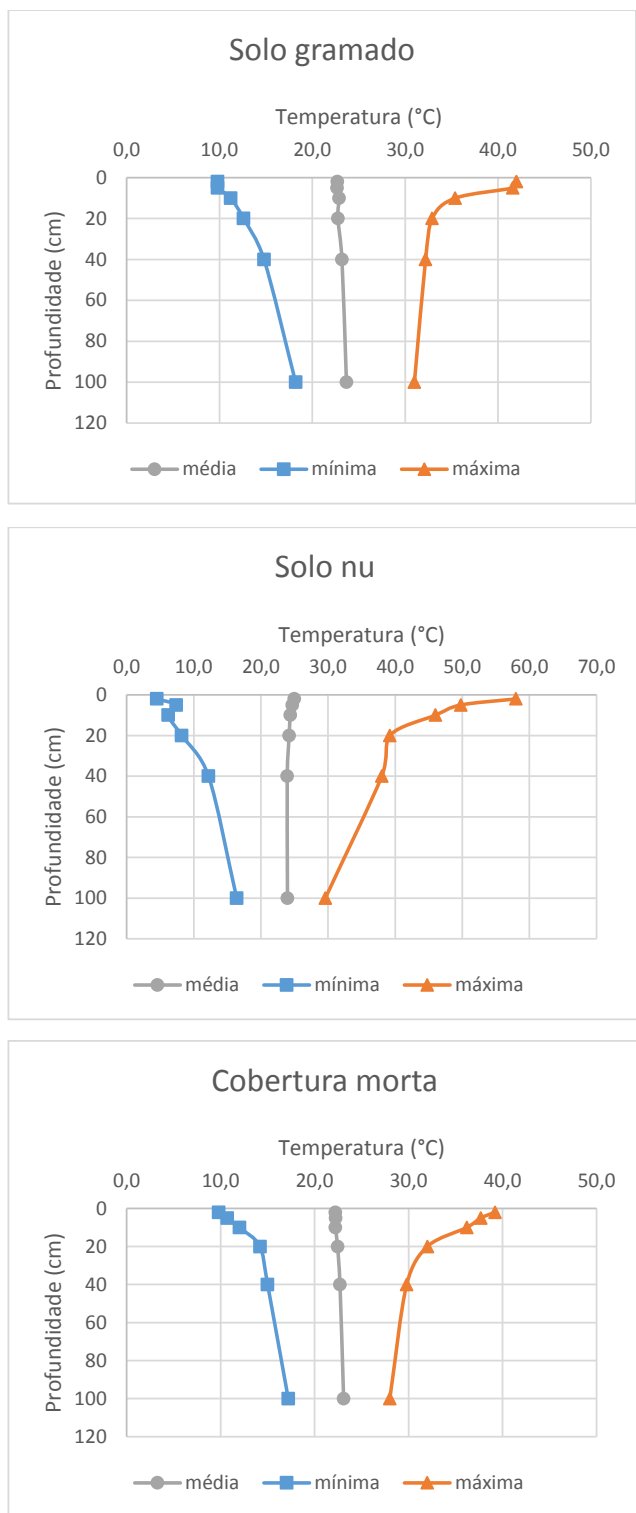
Na Figura 1 são apresentadas as temperaturas média, mínima e máxima do solo registradas em Londrina. Observa-se que as camadas mais superficiais do solo foram aquelas com maior oscilação térmica, independente da cober-

Tabela 1. Localização das estações agrometeorológicas do IAPAR (Latitude, Longitude e Altitude), valores médios anuais da temperatura média do ar (T_a , °C), total médio anual de precipitação pluvial (P, mm) e período de observação utilizado.

Local	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)	T_a (°C)	P (mm)	Período de observação (anos)
Guarapuava	25°21'	51°30'	1058*	17,2	1.943	1986-2017 (32)
Londrina	23°22'	51°10'	585	21,1	1.635	1980-2017 (38)
Paranavaí	23°05'	52°26'	480	22,2	1.522	1986-2017 (32)

*Altitude de 1026 m a partir de 06/2005

Figura 1. Valores médios, máximos e mínimos de temperatura para solo nu, cobertura morta e solo gramado em Londrina.

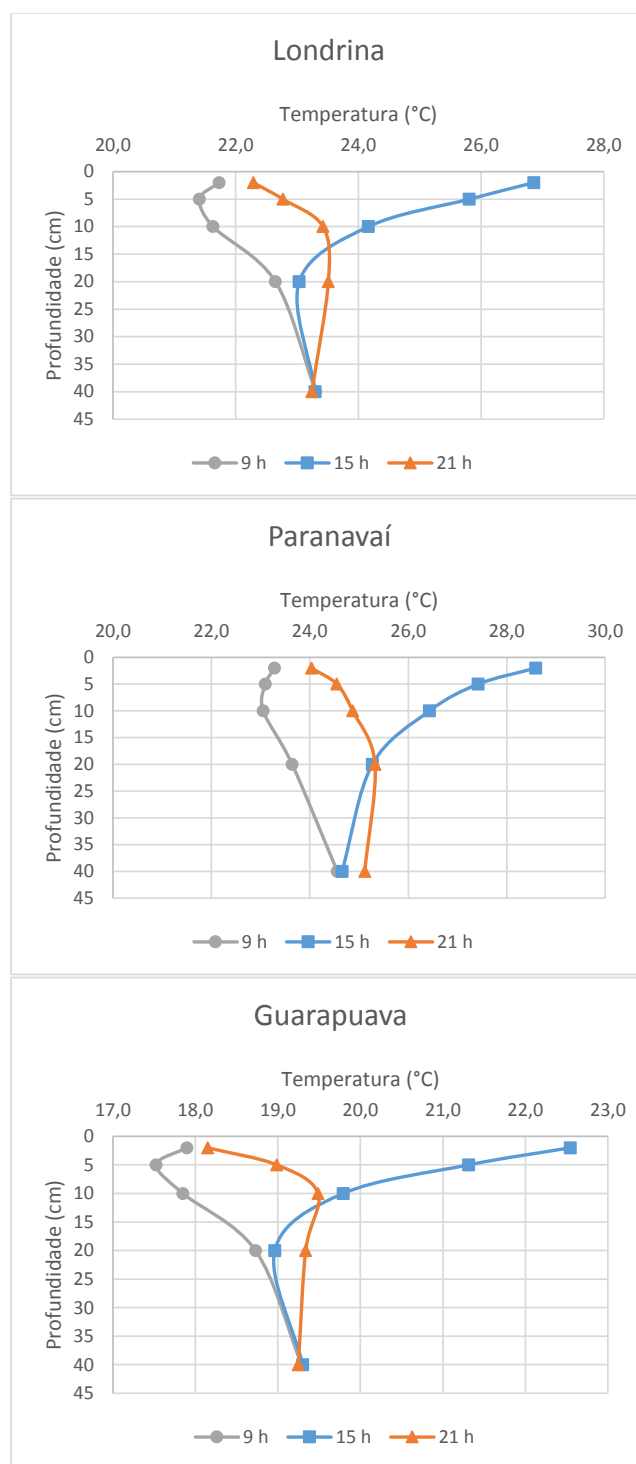


tura. Isso era esperado, uma vez que as trocas energéticas entre a atmosfera e o solo se dão na superfície, aliado ao fato de o calor ter baixa velocidade de propagação no solo. Tanto os valores máximos quanto os mínimos de temperatura do solo foram amenizados pela presença da cobertura.

O solo nu apresentou as maiores oscilações térmicas e também atingiu as maiores temperaturas, chegando a registrar 58,0°C em Londrina, 57,0°C em Paranavaí e 53,4°C em Guarapuava.

Na Figura 2 são apresentadas as temperaturas de solo em função dos horários de observação. No horário das 15 horas é que ocorreram as maiores temperaturas, com e sem cobertura, enquanto o horário das 9 horas é o que apresenta os menores valores de temperatura do solo, como seria o esperado (Menezes et al., 1973). A partir de 40 cm de profundidade no perfil de solo, as temperaturas praticamente se igualam, nos três horários. Bergamaschi e Guadagnin (1993) consideraram que as variações de tem-

Figura 2. Temperaturas do solo em função do horário das observações e da profundidade para Londrina, Paranavaí e Guarapuava.



peratura no solo ficaram limitadas a uma profundidade em torno de 20 cm, enquanto Gasparim et al. (2005) consideraram esse valor como sendo de 40 cm.

Ambos os solos com cobertura tiveram resposta térmica similar, contudo as menores temperaturas do solo, em todos os horários de observação, foram registradas com uso de cobertura morta. A temperatura do solo com cobertura morta foi, em média, 2,8°C menor do que a do solo nu na profundidade de 2 cm em Londrina e Paranavaí e 1,7°C em Guarapuava. Sob situação de extremo calor, no entanto, quando se comparam os picos de temperatura do solo, essas diferenças chegam a 18,8°C em Londrina, 17,2°C em Paranavaí e 17,4°C em Guarapuava.

Para determinação do regime térmico desses solos (de acordo com a classificação do USDA-8ª edição de chaves), foram calculadas as temperaturas do solo médias anual, de verão e inverno (Tabela 2) a 40 cm. A chave de classificação do USDA utiliza a profundidade de 50 cm, contudo, como foi possível observar com os dados de Londrina, não há uma diferença significativa entre as temperaturas medidas a 40 e a 100 cm. Com base nos resultados da Tabela 2, os solos de Londrina e Paranavaí são classificados dentro da classe de regime Hipertérmico, pois têm temperatura média anual igual ou maior a 22°C, com diferença entre verão e inverno acima de 6°C. Guarapuava enquadrou-se na classe de regime Térmico, com temperatura média anual entre 15°C e 22°C e diferença entre temperaturas de verão e inverno acima de 6°C.

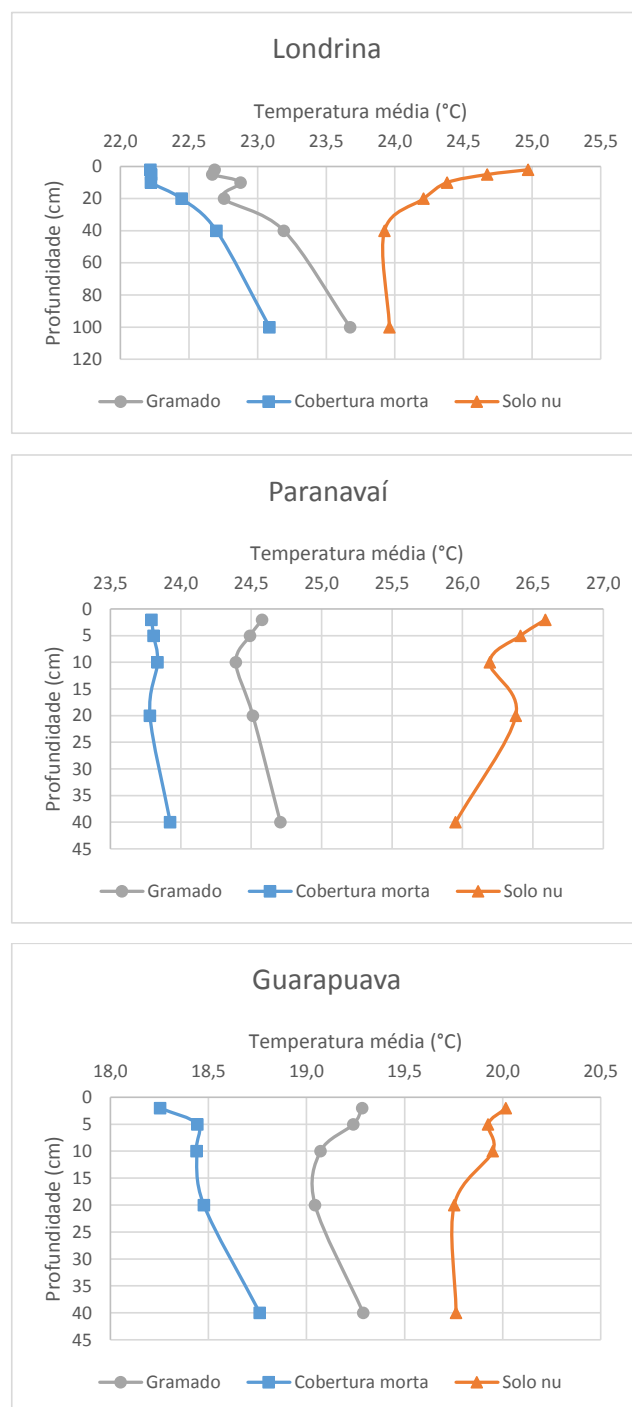
Na Figura 3 são apresentadas as temperaturas médias de acordo com o tipo de cobertura do solo. Os solos gramado e com cobertura morta tiveram resposta térmica similar, mas as temperaturas do solo gramado foram ligeiramente superiores. Observa-se, em Londrina, a temperatura do solo aumentando com a profundidade para cobertura morta e gramado, enquanto no solo nu há redução. Em Paranavaí e Guarapuava a resposta foi similar à de Londrina, com exceção do solo gramado, que reduziu a temperatura nas primeiras profundidades e depois reverteu a tendência.

As menores temperaturas médias foram registradas em Guarapuava (18°C a 20°C), depois Londrina (22°C a 25°C, dependendo da cobertura do solo). As maiores temperaturas foram observadas em Paranavaí, local com clima quente e solo arenoso (23,5°C a 27°C).

Tabela 2. Temperatura média anual do solo (Tm, °C) a 40 cm de profundidade, temperatura média no verão, temperatura média no inverno e diferença entre as temperaturas médias do solo do verão e do inverno, em distintos locais no Paraná.

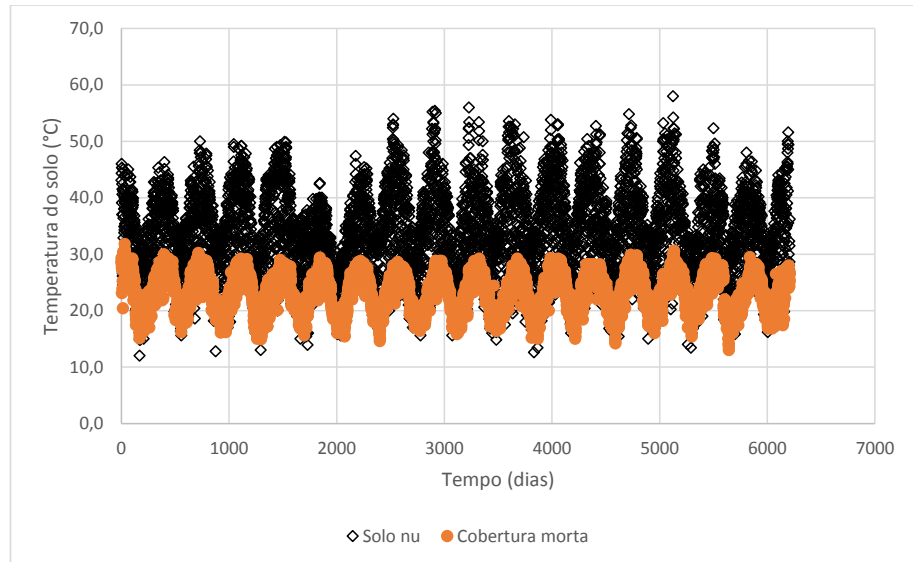
Local	Tm Anual	Tm Verão	Tm Inverno	Diferença
Paranavaí	26,0	29,7	21,5	8,2
Londrina	23,9	27,5	20,0	7,5
Guarapuava	19,8	23,7	15,7	8,0

Figura 3. Temperatura média do solo em função da profundidade, para as três condições: solo nu, gramado e com cobertura morta para Londrina, Paranavaí e Guarapuava.



Na Figura 4 são apresentadas as temperaturas diárias às 15 horas a 2 cm de profundidade em Londrina para as condições de solo nu e com cobertura morta no período 2001-2017. Observa-se a oscilação dos valores no verão e inverno e observa-se também e principalmente a diferença entre as temperaturas do solo nu e do solo coberto. Em muitos dias de verão as temperaturas do solo ultrapassaram os 50°C. Elevadas temperaturas afetam a distribuição e atividade dos microrganismos do solo, exercendo mudanças no ciclo de nutrientes e na atividade da água. Os microrganismos classificam-se, de acordo com a temperatura

Figura 4. Temperatura de solo nu e com cobertura morta às 15 horas a 2 cm de profundidade para o período 2001-2017 em Londrina.



ótima de atividade e crescimento, em psicrófilos, mesófilos e termófilos (Leite e Araújo, 2007). Apenas os termófilos toleram temperaturas acima de 45°C. Pietikäinen et al. (2005) encontraram em fungos e bactérias taxas ótimas de crescimento entre as temperaturas de 25 a 30°C enquanto que, a temperaturas de solo mais altas (próximo a 45°C), baixos valores de crescimento foram encontrados.

Essas diferenças reforçam a importância do manejo de solos e de manter a cobertura, especialmente nos períodos mais quentes do ano. Na Figura 5 são apresentadas as temperaturas de solo máximas anuais, medidas em Londrina às 15 horas e 2 cm de profundidade, ou seja, a situação mais crítica. O solo gramado apresentou temperaturas levemente superiores às do solo com cobertura morta. A diferença entre os solos cobertos e o solo nu variou, dependendo do ano, de 13 a 28°C. Os maiores valores foram registrados durante prolongados veranicos. As elevadas temperaturas atingidas pelo solo exposto, durante o dia, resultam em maior armazenamento de calor, que também pode estar contribuindo para a amenização das temperaturas mínimas noturnas (Borrozino, 2012).

Conclusões

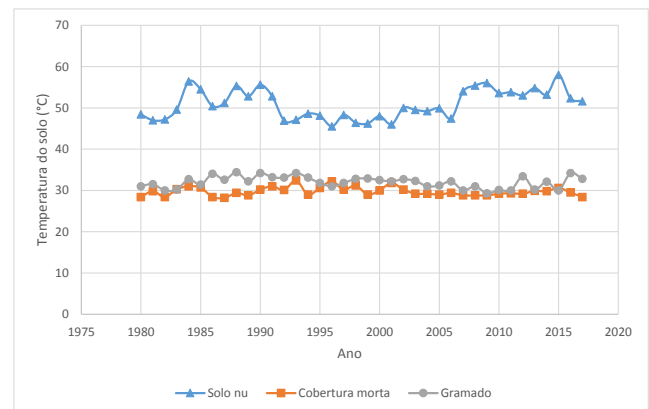
As maiores temperaturas médias do solo foram observadas em Paranaíba, depois Londrina e, por último, Guaraçuva, em resposta aos fatores edafoclimáticos.

O solo nu atingiu as maiores temperaturas, com valores acima dos 50°C nas três localidades.

Os solos com cobertura tiveram resposta térmica similar, contudo as menores temperaturas de solo em todos os horários de observação foram registradas com uso de cobertura morta sobre o solo.

As diferenças entre temperatura de solo nu e com cobertura morta atingiram valores entre 13 e 28°C em Lon-

Figura 5. Valores máximos anuais de temperatura do solo à profundidade de 2 cm, às 15 horas, em Londrina.



drina. Essas diferenças reforçam a importância do manejo de solos e de manter a cobertura ao longo de todo o ano, mas especialmente no verão.

Referências

- Bergamaschi, H. e; Guadagnin, M. R. Modelos de ajuste para médias de temperatura do solo, em diferentes profundidades. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, V. 1, n° 1, p. 95-99, 1993. https://www.researchgate.net/publication/236840399_MODELOS_DE_AJUSTE_PARA_MEDIAS_DE_TEMPERATURA_DO_SOLO_EM_DIFERENTES_PROFUNDIDADES
- Bertol, O. J. Diagnóstico do uso do solo no Paraná. In: REUNIÃO PARANAENSE DE CIÊNCIA DO SOLO, 2, 2011, Curitiba. *Resumos...* SBCS, 2011. p. 269-272
- Borrozino, E. *Mudanças no uso do solo e impactos sobre a temperatura no estado do Paraná*. Curitiba, UFPR, 2012, 35p. (Monografia) <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/40151/R%20-%20E%20-%20EDMIRSON%20BORROZZINO.pdf?sequence=2>
- Cavignione, J. H.; Kiihl, L. R. B.; Caramori, P. H. e; Oliveira, D. *Cartas climáticas do Paraná*. Londrina: IAPAR, 2000. CD.
- Colozzi Filho, A.; Andrade, J. D. C. e; Andrade, D. S. Contribuições da pedobiota para o manejo dos solos. In: REUNIÃO PARANAENSE DE CIÊNCIA DO SOLO, 2, 2011, Curitiba. *Resumos...* SBCS, 2011. p. 281-284

Gasparim, E.; Ricieri, R. P.; Silva, S. L.; Dallacort, R. e; Gnoatto, E. Temperatura no perfil do solo utilizando duas densidades de cobertura e solo nu. **Acta Scientiarum** – Agronomy, Maringá, V. 27, n° 1, p. 107-115, 2005. <http://www.redalyc.org/html/3030/303026557014/>

Godoy, H. Cálculo da temperatura média diária do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 4, 1985, Londrina. **Resumos...** Campinas, Fundação Cargill, 1985, p. 57

Khan, A. R.; Singh, S. S.; Nanda, P.; Chandra, D. e; Anand, P. S. B. **Effect of organic mulching on physico-chemical properties of soil.** United Nations Educational Scientific and Cultural Organization e International Atomic Energy Agency. IC/IR/2002/15 Internal Report. 6 p. http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/33/047/33047976.pdf

Leite, L. F. C. e; Araújo, A. S. F. **Ecologia microbiana do solo.** Teresina, Embrapa Meio-Norte, 2007, 24p. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/69637/1/Doc164.pdf>

Menezes, D. M.; Pinto, M. M. e; Vivaldi, L. J. Estudo da temperatura do solo com e sem cobertura, a diversas profundidades. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Série Agronomia, V. 8, n° 6, 1973, p. 39-51.

Pietikäinen, J.; Pettersson, M. e; Bååth, E. Comparison of temperature effects on soil respiration and bacterial and fungal growth rates. **FEMS Microbiol. Ecol.**, V. 52, n° 1, p. 49-58, 2005. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16329892>

Righi, C. A.; Bernardes, M. S.; Lunz, A. M. P.; Moraes, S. O. e; Van Lier, Q. J. Variação diária da temperatura do solo em um sistema agroflorestal de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) com seringueiras (*Hevea brasiliensis* Müell. Arg.). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 4, 2005. **Anais...** Consórcio Pesquisa Café, 2005. p. 328-332 http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/spcb_anais/simposio4/p328.pdf

REFERENCIAÇÃO

OLIVEIRA, D.; BORROZZINO, E. Temperatura do solo sob três condições de cobertura em Londrina, Paranavaí e Guarapuava, no estado do Paraná. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v.26, n.1, p.131-137, 2018.



Soil temperature under three coverage conditions in Londrina, Paranavaí and Guarapuava, Paraná State, Southern Brazil

Dalziza de Oliveira^{1(*)} and Edmirson Borrozzino¹

¹Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR, Rodovia Celso Garcia Cid, km 375, CEP 86057-970 Londrina, PR, Brazil. E-mails: dalzizadeoliveira@gmail.com and sam@iapar.br

(*)Corresponding author.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 25 May 2018

Accepted 20 December 2018

Index terms:

climatology
soil temperature
bare soil
lawn
mulching

ABSTRACT

The objective of this study was to investigate soil temperature variation under three coverage conditions: bare soil, lawn and mulched in three locations in the State of Paraná. For that, data from the period 1980-2017 were used for Londrina and 1986-2017 for Guarapuava and Paranavaí. The highest average soil temperatures were observed in Paranavaí, then Londrina and, finally, Guarapuava, in response to edaphoclimatic factors. Bare soil presented the highest temperatures, reaching 58 ° C in Londrina, 57 ° C in Paranavaí and 53.4 ° C in Guarapuava. Both covered soils had similar thermal variation, but the lowest soil temperatures at all the observation times were recorded in mulched soils. Under extreme heat conditions, when comparing the highest temperatures, differences between bare and mulched soils reached 18.8 ° C in Londrina, 17.2 ° C in Paranavaí and 17.4 ° C in Guarapuava. These differences reinforce the importance of soil management and of maintaining coverage throughout the year, but especially in Summer, in all regions of the State.

© 2018 SBAgro. All rights reserved.

CITATION

OLIVEIRA, D.; BORROZZINO, E. Temperatura do solo sob três condições de cobertura em Londrina, Paranavaí e Guarapuava, no estado do Paraná. *Agrometeoros*, Passo Fundo, v.26, n.1, p.131-137, 2018.