

TEMPERATURA DO SOLO EM SISTEMA DE SEMEADURA DIRETA

Isaac Gabriel Vicentin Tozzi (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Gabriel Malagutti de Assis, Felipe da Silva Angelotto, Pedro Manoel Pinheiro, Vinicius de Campos Franz, João Paulo Francisco (Orientador). E-mail: ra138144@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Maringá, PR.

Área e subárea do conhecimento: Ciências Agrárias, Engenharia Agrícola/Engenharia de Água e solo.

Palavras-chave: Cobertura vegetal, solos arenosos, gradiente térmico

RESUMO

O presente estudo avaliou o efeito da cobertura vegetal sobre a temperatura do solo em diferentes profundidades (superfície, 5 cm e 10 cm) em solos arenosos do Arenito Caiuá, na região de Umuarama/PR. O experimento foi conduzido em parcelas com e sem cobertura, com quatro repetições, utilizando sensores DS18B20 para registro da temperatura do solo a cada cinco segundos, com médias horárias. Além da temperatura do solo, foram registradas covariáveis meteorológicas, como temperatura do ar, radiação solar e precipitação, incluídas na análise por Modelo Linear Misto (MLM). Os resultados revelaram que a presença da cobertura reduziu a amplitude térmica na superfície e a 5 cm de profundidade, enquanto em 10 cm os valores médios próximos entre os tratamentos. A análise estatística indicou efeitos significativos do tratamento, profundidade e interação sobre a temperatura do solo ($p < 0,001$). A cobertura vegetal promoveu redução média de 0,595 °C na superfície em relação ao solo exposto, evidenciando seu papel na modulação térmica do solo.

INTRODUÇÃO

Os solos arenosos do Arenito Caiuá apresentam características que influenciam diretamente a dinâmica térmica e hídrica do perfil, incluindo baixa capacidade de retenção de água, elevada porosidade e menor capacidade de armazenamento de calor em comparação a solos mais argilosos. Essas propriedades tornam os solos superficiais mais suscetíveis a rápidas flutuações de temperatura e a condições de estresse térmico, especialmente em períodos de alta radiação solar. A manutenção da palhada ou cobertura vegetal sobre a superfície do solo tem sido apontada como uma estratégia eficiente para regular a temperatura e a umidade do solo, reduzindo a amplitude térmica diária e protegendo o solo da radiação direta. Esse controle térmico proporciona condições favoráveis para a germinação, emergência e desenvolvimento inicial das culturas (Chen et. al., 2021). Entretanto, os efeitos quantitativos da cobertura sobre a temperatura do solo em diferentes profundidades em solos arenosos do Arenito Caiuá ainda são pouco documentados. Diante disso, o

presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da cobertura do solo sobre a temperatura do solo em diferentes profundidades.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade Estadual de Maringá – Campus de Umuarama, no noroeste do Paraná, localizado a 23°44' de latitude sul e 53°17' de longitude oeste, com altitude de 411 metros. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa – clima subtropical úmido, sem estação seca.

O experimento foi conduzido em parcelas com cobertura vegetal e parcelas sem cobertura vegetal. Nestas parcelas foram monitoradas a temperatura do solo em três profundidades: superfície do solo, 5 cm e 10 cm. Montado com quatro repetições, o experimento foi disposto em delineamento inteiramente aleatorizado em esquema fatorial 2×3.

A temperatura do solo foi obtida com a utilização do sensor de temperatura DS18B20, conectado a um sistema de aquisição de dados (Arduino) que realizou a leitura dos mesmos a cada cinco segundos e armazenou as médias a cada hora. Além da temperatura, registrou-se também dados de temperatura média do ar, radiação solar e chuva, que foram incluídas como covariáveis no modelo estatístico, uma vez que foi adotada análise estatística utilizando Modelo Linear Misto (MLM), considerando os efeitos fixos de cobertura do solo e profundidade, bem como a interação entre eles, e os efeitos aleatórios de repetição e intervalos de coleta.

As médias ajustadas dos tratamentos em cada profundidade e os contrastes entre tratamentos foram obtidos utilizando o pacote emmeans do software R, permitindo estimar as diferenças de temperatura entre parcelas com e sem cobertura do solo, controlando para os efeitos das covariáveis meteorológicas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 são apresentadas as temperaturas do solo em diferentes profundidades (superfície, 5 cm e 10 cm), comparando os tratamentos com cobertura vegetal e solo exposto.

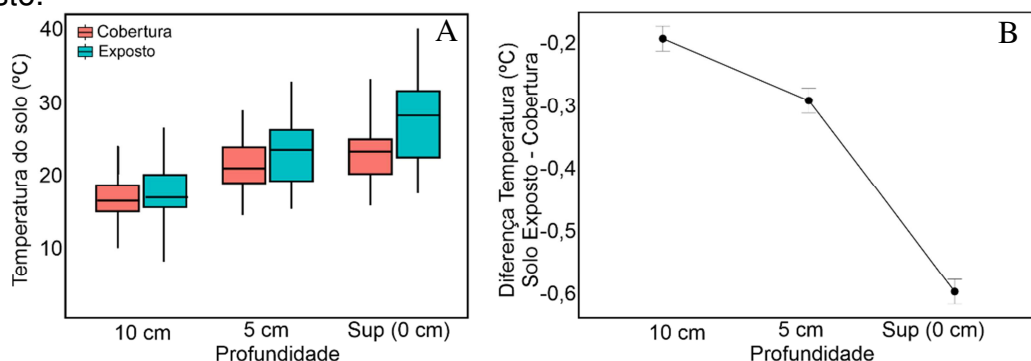


Figura 1 - Temperatura do solo (A) e diferença de temperatura (B) entre o solo exposto e com cobertura.

Observa-se que a presença da cobertura reduziu a variabilidade térmica na superfície e a 5 cm de profundidade, enquanto a condição de solo exposto apresentou maiores amplitudes e valores máximos mais elevados. Já em 10 cm de

profundidade, os valores médios de temperatura foram semelhantes quando comparado os solos, indicando retenção de calor em camadas subsuperficiais, conforme já verificado por Haque et. al., 2024.

A análise pelo modelo linear misto revelou efeitos significativos do tratamento (cobertura versus solo exposto), da profundidade e de suas interações sobre a temperatura do solo ($p < 0,001$). Dessa forma, o modelo ajustado permite a temperatura do solo considerando condições climáticas e manejo da superfície, de acordo com as equações 1 a 6:

$$\text{Solo coberto-superfície } TEMP_{SOIL} = -0,514 + 1,006 \cdot TEMP_{AR} + 0,0035 \cdot RAD_{SOL} - 0,237 \cdot Chuva \quad (1)$$

$$\text{Solo coberto- 5 cm } TEMP_{SOIL} = -0,373 + 1,006 \cdot TEMP_{AR} + 0,0035 \cdot RAD_{SOL} - 0,237 \cdot Chuva \quad (2)$$

$$\text{Solo coberto- 1 cm } TEMP_{SOIL} = -0,514 + 1,006 \cdot TEMP_{AR} + 0,0035 \cdot RAD_{SOL} - 0,237 \cdot Chuva \quad (3)$$

$$\text{Solo exposto-superfície } TEMP_{SOIL} = +0,140 + 1,006 \cdot TEMP_{AR} + 0,0035 \cdot RAD_{SOL} - 0,237 \cdot Chuva \quad (4)$$

$$\text{Solo exposto- 5 cm } TEMP_{SOIL} = -0,134 + 1,006 \cdot TEMP_{AR} + 0,0035 \cdot RAD_{SOL} - 0,237 \cdot Chuva \quad (5)$$

$$\text{Solo exposto- 1 cm } TEMP_{SOIL} = -0,322 + 1,006 \cdot TEMP_{AR} + 0,0035 \cdot RAD_{SOL} - 0,237 \cdot Chuva \quad (6)$$

Esses resultados revelam que a manutenção da palhada sobre a superfície do solo atua protegendo o solo da radiação solar direta e ameniza as variações de temperatura nesse sistema. Cabe ressaltar que esse trabalho foi desenvolvido no período de inverno, onde a temperatura do ar e radiação, na região de Umuarama/PR, estão entre as menores verificadas no ano. Acredita-se que maiores diferenças entre os tratamentos de cobertura seriam verificadas caso o trabalho fosse realizado no verão. Mesmo assim, verificou-se que a cobertura do solo reduziu a temperatura em todas as profundidades avaliadas, sendo o efeito mais expressivo na superfície do solo, com redução média de 0,595 °C em relação ao solo exposto (Tabela 1).

Tabela 1 – Temperatura média do solo (°C) em diferentes profundidades sob cobertura e condição exposta, com diferenças e significância estatística (p-valor)

Profundidade	Cobertura	Exposto	Diferença (Cob-Exp)	p-valor
10 cm	18,54	18,73	-0,192	<0,001
5 cm	18,68	18,97	-0,290	<0,001
Superfície	18,79	19,38	-0,595	<0,001

*Cob – cobertura; Exp - exposto

De acordo com Han et. al. (2025), a camada de solo de entre 10–15 cm atua como uma zona de amortecimento térmico, regulando as flutuações de temperatura e mitigando variações extremas de calor, corroborando com os resultados obtidos nesse estudo, uma vez que os valores de temperatura na profundidade de 10 cm foram inferiores quando comparados as avaliações realizadas na profundidade de 5 cm ou superfície do solo, independente de haver ou não cobertura no solo.

CONCLUSÕES

A manutenção de cobertura vegetal sobre solos arenosos do Arenito Caiuá atua como uma estratégia eficiente para reduzir a variabilidade térmica do solo, especialmente nas camadas superficiais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Fundação Araucária e Universidade Estadual de Maringá.

REFERÊNCIAS

CHEN, Q.; LIU, Z.; ZHOU, J.; XU, X.; ZHU, Y. Long-term straw mulching with nitrogen fertilization increases nutrient and microbial determinants of soil quality in a maize–wheat rotation on China's Loess Plateau. **Science of The Total Environment**, v. 775, p. 145930, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2021.145930>.

HAQUE, M.; KU, S.; HARUNA, S. Soil thermal properties: influence of no-till cover crops. **Canadian Journal of Soil Science**, v. 104, p. 246–256, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1139/cjss-2023-0095>.

HAN, G.; TAN, J.; WANG, X.; LI, H.; SHANG, Q.; TIAN, J. Response of soil temperature to soil moisture content and meteorological elements with gravel-sand mulching. **Land**, v. 14, n. 4, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/land14040853>.