

VARIAÇÃO DA TEMPERATURA MÁXIMA DO SOLO EM FUNÇÃO DA COBERTURA EM LONDRINA-PR

ÂNGELA B. DA COSTA¹, WILIAN DA S. RICCE², PAULO H. CARAMORI³, EDMIRSON BORROZZINO⁴

¹ Meteorologista, Mestre, SIMEPAR, Londrina-PR, fone: (0XX43) 3376-2207, angelabcosta@gmail.com

² Eng. Agrônomo, Mestre, Pesquisador, Agroconsult Ltda., Londrina – PR

³ Eng. Agrônomo, PhD., Pesquisador, Agrometeorologia, IAPAR, Londrina – PR.

⁴ Téc. em Meteorologia, IAPAR, Londrina-PR

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007 – Aracaju - SE

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi analisar as temperaturas máximas e a frequência com que as mesmas ocorrem em Londrina, PR, sob solo nu, com cobertura morta e gramado. Os dados foram coletados na estação meteorológica do IAPAR durante o período de 01/01/1980 a 31/04/2007 às 9, 15 e 21h do horário local. Foram avaliadas as médias das temperaturas máximas mensais e a frequência de temperaturas acima de 30, 35, 40, 45 e 50°C às 15h, a 2 cm de profundidade. As maiores frequências de temperaturas elevadas foram observadas de novembro a março em solo nu. Houve um grande impacto da cobertura do solo na redução das temperaturas máximas, evidenciando a importância desta prática para melhorar as condições de manejo das culturas de verão e como mitigadora do aquecimento global.

PALAVRAS-CHAVE: Radiação solar, estresse térmico, frequência.

VARIATION OF THE SOIL MAXIMUM TEMPERATURE AS A FUNCTION OF COVER TYPE IN LONDRINA, PARANÁ STATE, BRAZIL

ABSTRACT: The objective of this work was to analyze soil maximum temperatures under bare soil, mulching and grass, and their frequency of occurrence at Londrina, Parana state, Brazil. The data were collected at the IAPAR meteorological station in Londrina, from 01/01/1986 a 03/31/2007 at 9, 15 and 21h local time. The frequencies of temperatures above 30, 35, 40, 45 and 50°C measured at 15h at the depth of 2cm were calculated. The highest frequencies were observed from November to March in bare soil. There was a great impact of soil covering on the reduction of maximum temperatures, evidencing the importance of this practice to improve management conditions of summer crops and for mitigation of the effects of global warming.

KEYWORDS: Solar radiation, thermal stress, frequency.

INTRODUÇÃO: A temperatura do solo é uma variável de grande importância agrícola, devido à função que desempenha nas interações entre o solo e as plantas. As reações químicas e a liberação de nutrientes para a planta dependem de faixas adequadas de temperatura do solo, pois influenciam na germinação das sementes, atividade funcional das raízes, velocidade e duração do crescimento das plantas e ocorrência e severidade de doenças (Gasparim et al., 2005).

A superfície do solo, com ou sem cobertura vegetal, é a principal trocadora e armazenadora de energia térmica nos ecossistemas terrestres. É através do balanço de radiação na superfície do solo que ele se aquece e se resfria, no decorrer do dia e do ano, provocando variações térmicas

nas camadas subjacentes. Pelo fato da absorção e da perda de energia ocorrerem na superfície, aliado à baixa velocidade de propagação do calor no interior do solo, as variações térmicas se limitam aos horizontes mais superficiais (Bergamaschi e Guadagnin, 1993).

O solo desprovido de cobertura fica sujeito a grandes oscilações de temperatura e umidade, com prejuízos ao estabelecimento das culturas. A manutenção de cobertura na superfície do solo, combinada com a pouca mobilização, dissipam por reflexão parte da energia radiante do sol, impedindo que ela chegue à superfície e aumente as perdas de água por evaporação ou que eleve a temperatura do solo a níveis prejudiciais ao desenvolvimento da cultura (Fancelli, 1985).

Londrina localiza-se no norte do estado do Paraná, representando uma região de grande atividade agrícola e pecuária. Nos últimos anos as práticas agrícolas que expõem o solo têm causado degradação e tendência de aumento das temperaturas mínimas, com reflexos nas temperaturas médias (Gasparotto et al., 2005). A análise da temperatura do solo em condições de solo nu e coberto com resíduos vegetais ou vegetação viva pode auxiliar no entendimento do ambiente e das interações solo-planta-clima, e também fornecer subsídios para entender o processo de aquecimento. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar as temperaturas máximas no solo de Londrina-PR e a frequências que as mesmas ocorrem ao longo do ano.

MATERIAL E MÉTODOS: Os dados de temperatura do solo foram obtidos na estação meteorológica convencional do IAPAR em Londrina, PR. O solo local é classificado como latossolo vermelho distroférrico. Os dados de temperatura máxima do solo medidos com geotermômetro nas profundidades de 2, 5, 10, 20, 40 e 100 cm foram coletados às 12, 18 e 24 TMG (9, 15 e 21h), horários determinados pela OMM (Organização Meteorológica Mundial), durante o período de 01/01/1980 a 31/04/2007. Foram calculadas as médias das máximas às 15 horas durante o ano para as profundidades de 2, 5, 10, 20, 40 e 100 cm. Para tanto, se obteve para cada mês/ano o maior valor a uma dada profundidade e determinou-se a média desses valores para toda a série de dados. Também foi calculada a frequência de ocorrência de temperaturas superiores a 30, 35, 40, 45 e 50°C para a profundidade de 2 cm às 15h, na qual as variações de temperatura são mais evidentes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Nas Tabelas 1, 2 e 3 são apresentados os valores médios das temperaturas máximas às 15 horas durante o ano nas condições de solo nu, gramado e com cobertura morta em diversas profundidades.

Tabela 1. Médias mensais das temperaturas máximas às 15 horas, nas profundidades de 2, 5, 10, 20, 40 e 100 cm, sob solo nu.

Profundidade	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
9 horas												
2 cm	33,3	30,8	29,4	27,0	23,9	20,0	20,0	22,5	25,0	30,6	33,1	33,7
5 cm	30,1	28,5	27,5	25,4	22,7	19,4	18,9	21,0	23,5	27,9	29,7	30,5
10 cm	28,6	27,5	27,1	25,1	22,0	19,3	18,7	20,8	22,9	26,0	27,6	28,2
20 cm	30,0	29,1	28,7	26,9	23,5	20,4	20,1	22,6	24,3	27,0	28,5	29,5
40 cm	30,0	29,2	29,0	27,4	24,4	21,0	20,5	22,4	24,3	26,7	28,4	29,4
100 cm	27,3	27,3	27,2	26,7	25,2	22,4	21,0	21,3	22,2	23,8	25,5	26,5
15 horas												
2 cm	48,0	46,7	45,0	40,6	35,5	32,2	32,8	35,8	38,9	43,7	46,6	47,3
5 cm	43,6	42,2	40,6	37,1	32,8	29,6	29,6	32,8	34,9	39,7	42,3	43,1
10 cm	37,6	35,7	34,5	32,4	28,2	24,6	24,7	27,9	30,3	33,4	36,2	36,9
20 cm	32,1	30,7	30,2	28,5	24,8	21,6	21,6	23,7	25,5	29,0	30,5	31,8

40 cm	29,9	29,2	28,8	27,3	24,3	20,9	20,4	22,3	24,2	26,5	28,4	29,4
100 cm	27,2	27,3	27,2	26,7	25,2	22,4	21,0	21,3	22,2	23,9	25,5	26,5
21 horas												
2 cm	31,7	30,0	29,7	27,3	23,8	21,1	21,2	23,9	26,0	28,6	30,1	31,5
5 cm	32,8	31,2	30,6	28,0	24,4	21,5	21,6	24,4	26,6	29,4	31,1	32,5
10 cm	33,9	32,6	31,8	29,3	25,4	22,3	22,2	25,1	27,1	30,3	32,2	33,4
20 cm	32,8	31,8	31,1	29,0	25,3	22,0	21,8	24,4	26,3	29,4	31,6	32,4
40 cm	30,2	29,3	29,0	27,3	24,2	20,8	20,4	22,3	24,2	26,4	28,3	29,2
100 cm	27,3	27,3	27,2	26,7	25,2	22,4	21,0	21,3	22,2	23,9	25,5	26,5

Tabela 2. Médias mensais das temperaturas máximas às 15 horas, nas profundidades de 2, 5, 10, 20, 40 e 100 cm, sob solo gramado.

Profundidade	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
9 horas												
2 cm	27,2	26,6	26,0	24,7	21,9	19,4	18,5	19,7	21,6	24,4	25,8	26,8
5 cm	27,2	26,7	26,2	24,7	21,9	19,6	18,6	19,6	21,7	24,3	25,6	26,7
10 cm	27,4	27,3	26,6	25,3	22,4	20,1	19,0	19,9	21,9	24,2	25,7	26,9
20 cm	27,6	27,5	27,1	25,5	23,0	20,3	19,4	20,4	21,9	24,7	25,7	26,9
40 cm	27,5	27,5	27,3	26,1	23,8	21,0	19,8	20,5	21,9	24,1	25,6	26,8
100 cm	25,5	25,9	26,0	25,4	24,0	21,8	20,3	20,0	20,7	22,2	24,5	24,8
15 horas												
2 cm	31,5	31,0	30,3	28,5	25,3	22,3	22,4	24,4	25,5	29,1	30,2	31,1
5 cm	30,7	30,3	29,7	27,7	24,7	21,7	21,8	23,2	24,6	27,8	29,2	30,3
10 cm	29,8	29,1	28,6	26,8	24,1	21,1	20,6	22,1	23,2	26,2	27,7	28,8
20 cm	28,3	27,9	27,4	26,2	23,0	20,3	19,8	20,5	22,0	24,8	26,1	27,3
40 cm	27,6	27,6	27,2	26,3	23,7	20,7	20,2	20,5	21,9	24,2	25,6	26,9
100 cm	25,5	25,9	26,0	25,4	24,0	21,8	20,3	20,0	20,7	22,3	23,6	24,8
21 horas												
2 cm	28,7	28,5	27,8	26,0	23,0	20,4	19,8	21,8	23,4	25,8	27,0	28,0
5 cm	28,9	28,5	27,8	26,1	23,1	20,5	19,9	21,8	23,0	25,6	26,9	28,2
10 cm	29,1	28,9	28,1	26,4	23,4	20,7	20,1	21,6	23,1	25,8	27,4	28,4
20 cm	28,3	28,4	27,5	26,0	23,2	20,4	19,8	21,2	22,5	24,9	26,4	27,5
40 cm	27,5	27,7	27,3	26,0	23,6	20,6	19,8	20,5	21,9	24,2	25,6	26,8
100 cm	25,6	25,9	26,0	25,4	24,0	21,8	21,0	20,8	20,7	22,3	23,6	24,8

Tabela 3. Médias mensais das temperaturas máximas às 15 horas, nas profundidades de 2, 5, 10, 20, 40 e 100 cm, sob solo com cobertura morta.

Profundidade	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
9 horas												
2 cm	26,5	26,7	26,3	24,8	22,2	19,9	19,1	19,3	20,7	23,2	25,2	25,9
5 cm	26,4	26,7	26,4	24,8	22,2	20,0	19,1	19,3	20,6	23,0	24,4	25,8
10 cm	26,7	26,9	26,5	25,1	22,6	20,2	19,2	19,4	20,6	22,9	24,4	25,7
20 cm	26,9	27,0	26,9	25,8	23,2	20,7	19,4	19,7	21,0	23,2	24,7	26,0
40 cm	27,0	27,1	26,9	25,9	23,8	21,1	19,7	19,7	20,9	23,2	24,6	25,9
100 cm	25,8	26,2	26,4	26,0	24,7	22,8	21,1	20,4	20,9	22,1	23,7	24,9
15 horas												
2 cm	30,7	29,1	28,3	26,8	24,0	21,3	20,5	21,5	22,9	25,9	26,9	28,5
5 cm	29,1	28,4	27,6	26,3	23,6	20,9	19,9	20,8	22,0	24,9	26,0	27,6
10 cm	27,6	27,4	27,1	25,8	23,2	20,4	19,4	19,9	21,2	23,7	25,3	26,5
20 cm	27,0	27,1	26,9	25,7	23,2	20,7	19,5	19,9	21,2	23,3	24,7	26,0
40 cm	26,8	27,1	27,0	25,9	23,8	21,1	19,7	19,8	20,9	23,1	24,5	25,9
100 cm	25,8	26,3	26,4	26,0	24,7	22,8	21,1	20,4	20,9	22,1	23,6	24,9
21 horas												
2 cm	27,7	27,5	27,3	25,6	22,9	20,5	19,5	20,5	21,7	24,2	25,4	27,0

5 cm	27,6	27,7	27,2	25,8	23,0	20,7	19,5	20,4	21,6	24,2	25,4	27,2
10 cm	27,5	27,7	27,1	25,8	23,1	20,7	19,5	20,3	21,4	23,8	25,3	27,0
20 cm	27,0	27,3	26,9	25,8	23,2	20,7	19,5	20,1	21,1	23,7	25,0	26,5
40 cm	26,8	27,2	26,9	25,8	23,7	21,1	19,7	19,9	20,9	23,3	24,6	25,7
100 cm	25,8	26,3	26,4	26,0	24,7	22,8	21,1	20,4	20,9	22,1	23,7	24,9

A radiação solar é a fonte primária de energia para o aquecimento do solo. Durante a manhã (9h), as camadas superficiais são as primeiras a se aquecer. Durante a tarde (15h), com o aumento da incidência de radiação solar, o processo de aquecimento continua alcançando camadas mais profundas no solo. À noite o fluxo se inverte e o calor armazenado durante o dia retorna para a atmosfera, de forma que as camadas superficiais passam a ter temperaturas inferiores às das camadas imediatamente inferiores. Estes eventos são evidenciados nas condições de solo nu e em menor intensidade nas condições de solo coberto (grama ou palha). A 100 cm, as variações são mais sazonais tendo menor importância a variação durante o dia (Tabelas 1, 2 e 3). Pereira et al. (1998), analisando o efeito da cobertura morta com palha de capim colonião sobre a temperatura de um latossolo vermelho escuro cultivado com feijão, verificaram que a maior variação da temperatura concentrou-se nas suas camadas mais superficiais, e que a cobertura morta reduziu a temperatura média do solo nos horários de leitura realizados (9 e 15h), concordando com os resultados apresentados.

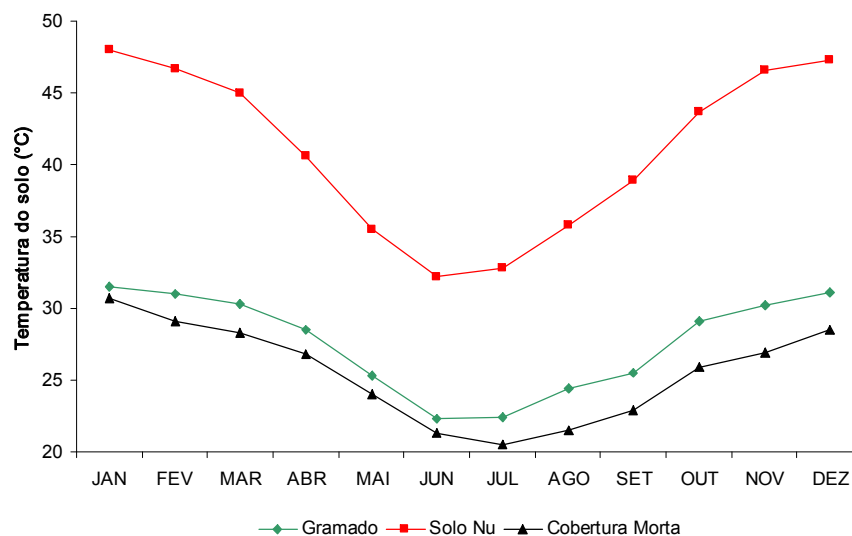


Figura 1. Variação da média da temperatura máxima às 15h durante o ano na camada de 2 cm para as condições de solo nu, gramado e com cobertura morta.

Conforme a Figura 1, a média das temperaturas máximas foi superior nas condições de solo nu. Nos meses mais quentes a diferença é superior a 15°C. Registros de máximas absolutas superiores a 50°C ocorreram em anos mais quentes. Solo gramado e com cobertura morta apresentaram valores inferiores, sendo a cobertura morta mais eficiente na proteção do solo contra altas temperaturas.

Tabela 4. Probabilidade de ocorrência de temperaturas superiores a 30, 35, 40, 45 e 50°C nos meses de setembro a março nas condições de solo nu, gramado e com cobertura morta a 2 cm de profundidade.

Mês	Probabilidade				
	$\geq 30^{\circ}\text{C}$	$\geq 35^{\circ}\text{C}$	$\geq 40^{\circ}\text{C}$	$\geq 45^{\circ}\text{C}$	$\geq 50^{\circ}\text{C}$
Solo nu					

Setembro	57,30%	30,16%	7,46%	0,16%	0,00%
Outubro	73,10%	52,94%	24,14%	3,38%	0,00%
Novembro	81,43%	65,08%	39,37%	12,06%	1,75%
Dezembro	80,65%	62,52%	39,78%	16,13%	2,92%
Janeiro	82,55%	60,41%	40,91%	13,64%	2,20%
Fevereiro	82,53%	56,84%	29,45%	9,84%	1,95%
Março	84,27%	61,51%	31,54%	7,04%	0,29%
solo gramado					
Setembro	0,63%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Outubro	2,92%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Novembro	12,23%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Dezembro	30,88%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Janeiro	39,57%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Fevereiro	26,46%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Março	15,98%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
solo com cobertura morta					
Setembro	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Outubro	0,15%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Novembro	0,16%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Dezembro	3,84%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Janeiro	3,81%	0,59%	0,00%	0,00%	0,00%
Fevereiro	1,44%	0,16%	0,00%	0,00%	0,00%
Março	0,15%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Temperaturas acima de 40°C são observadas somente em condições de solo nu. Com cobertura morta, a temperatura máxima não ultrapassou os 35°C. Isto porque a cobertura morta (palhada) reflete ou impede a transferência radiativa para o solo de forma mais eficiente que o gramado e o solo nu, que por sua vez é o que mais absorve a radiação e sofre o maior aquecimento.

CONCLUSÕES: A cobertura do solo com grama ou cobertura morta atenua o aquecimento. Infere-se que a manutenção da superfície do solo coberta pode contribuir para mitigar os efeitos do aquecimento global. Da mesma forma, presume-se que em plantio direto as culturas de verão terão melhores condições térmicas para germinação e emergência, reduzindo os riscos de perdas na fase de estabelecimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

BERGAMASCHI, H.; GUADAGNIN, M.R. Modelos de ajuste para médias de temperatura do solo, em diferentes profundidades. **Rev. Bra. Agrometeorologia**, Santa Maria, v.1, n.1, p.95-99, 1993.

FANCELLI, A.L. **Atualização em plantio direto**. Brasília: Fundação Cargill, 1985. 342p.

GASPARIM, E.; RICIERI, R.P.; SILVA, S.L.; DALLACORT, R.; 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.

GASPAROTTO, F. K., CARAMORI, P H, VASCONCELLOS, M. E. C. Análise de tendência de variáveis climáticas térmicas e hídricas para o estado do Paraná. In: XIV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 2005, Campinas. Anais do CBAgro 2005. Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2005.

PEREIRA, A.; SILVA, L.S.C.; MOREIRA, J.A.A. Efeito da cobertura morta na Temperatura do solo cultivado com feijão. p. 176-179. In: Congresso Brasileiro de Biometeorologia, 2. Goiânia, GO. 402 p. **Anais**. 1998.