

EFEITO DA COBERTURA DO TERRENO EM LARANJAL SÔBRE AS TEMPERATURAS EXTREMAS DO AR (1). A. PAES DE CAMARGO, ALTINO A. ORTOLANI, ODY RODRIGUEZ e H. GODOY. A cobertura morta (mulch) afeta, consideravelmente, o microclima do solo, atenuando, sobretudo, os extremos diários da temperatura. Em dias secos e bem insolarados, a temperatura máxima alcança, em solos desnudos, extremos muito mais elevados do que nos cobertos, da mesma forma que, durante noites claras, sua temperatura mínima cai a valores muito inferiores.

São numerosos os trabalhos e os dados já existentes sôbre os efeitos da cobertura morta do terreno na temperatura do solo (2). Há, porém, deficiências de dados sôbre os efeitos na temperatura do ar. Pesquisas microclimatológicas levadas a efeito recentemente em um ensaio de tratos culturais em laranjal, na Estação Experimental de Limeira, Estado de São Paulo, forneceram informações bastante úteis a êsse respeito, as quais constituem objeto desta nota prévia.

Materiais e métodos — O ensaio de tratos culturais foi instalado em 1949, estando as plantas com cêrca de 11 anos de idade. Cada canteiro consta de 36 laranjeiras, espaçadas de oito metros entre si, formando um quadrado de 2 300 m². Entre as plantas (ver figura 1) ficam espaços livres com áreas bem superiores às cobertas pelas copas das árvores. No centro dêsses canteiros, em ambiente bem representativo da condição microclimática de um pomar uniforme e extenso, igualmente tratado, é que foram feitas instalações de instrumental para as observações termométricas (figura 1).

Ao todo, o ensaio possui nove diferentes tratamentos, com quatro repetições. Apenas quatro dos tratamentos foram aproveitados para as observações microclimáticas. Nesta nota são discutidos, todavia, unicamente os dados referentes às temperaturas extremas de dois dos tratamentos mais característicos, que são: a) canteiro mantido com solo nu, por meio de herbicidas, e b) canteiro protegido com cobertura morta permanente.

As temperaturas extremas do ar foram obtidas em termômetros meteorológicos normais, de máxima e de mínima, instalados no interior de abrigos de madeira pintados com tinta de alumínio, clara. Para as temperaturas do solo, foram empregados termômetros de solo mer-

(1) Apresentada ao III Seminário Brasileiro de Herbicidas e Ervas Daninhas, realizado em julho de 1960, em Campinas. Os autores agradecem ao Eng. Agr. Carlos Roessing, da Estação Experimental de Limeira, pela colaboração na montagem e leitura do instrumental meteorológico. Recebido para publicação em 8 de janeiro de 1961.

(2) CHANG, JEN-HU. Ground temperature, Vol. 1. Milton, Mass., Havard Univ. 1958, 300 p.

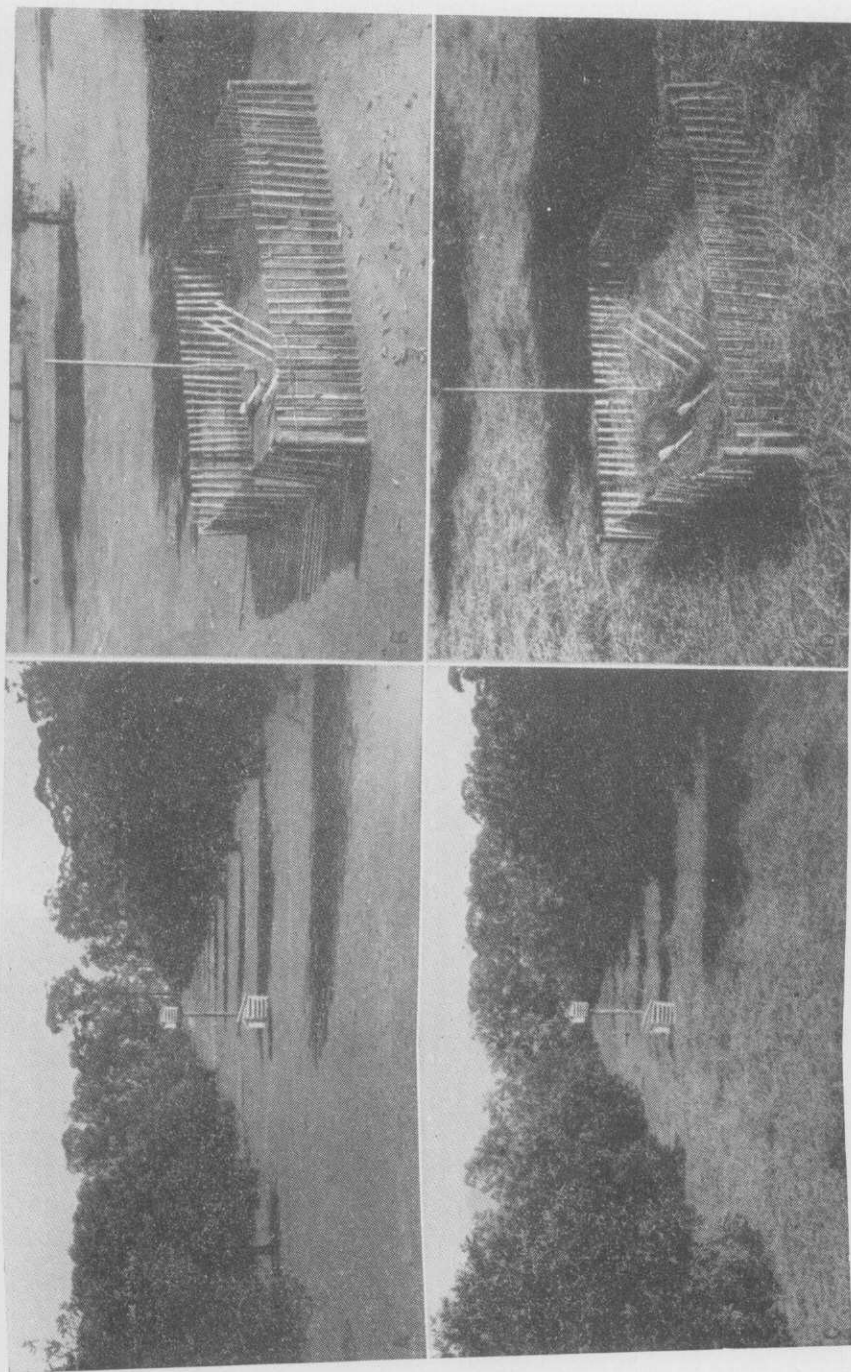


FIGURA 1. — Instalações microclimatológicas em canteiros com o solo desnudo (A e B) e com o solo coberto com palha (C e D), no ensaio de tratos culturais de laranja na Est. Exp. de Limeira. A e C — Abrigos termométricos montados a 30 e a 170 cm de altura; B e D — coleção de termômetros de solo, a 2, 10 e 50 cm de profundidade, e termômetros de máxima e de mínima de relva, com os bulbos abrigados, montados a 5 cm sobre o solo.

QUADRO 1. — Temperaturas extremas do ar e do solo tomadas a diferentes alturas e profundidades, em canteiros com solo des-nudo e com cobertura morta, do ensaio de tratos culturais em laranja, na Estação Experimental de Limeira. Dados em graus centígrados.

Perfil vertical	Dia seco e ensolarado — 30 de novembro de 1959 (Insolação = 11,9 horas)				Dia úmido e nublado — 19 de janeiro de 1960 (Insolação = 0,6 horas)			
	Solo desnudo		Solo coberto		Solo desnudo		Solo coberto	
	Temp. mínima	Temp. máxima	Temp. mínima	Temp. máxima	Temp. mínima	Temp. máxima	Temp. mínima	Temp. máxima
Altura sobre o solo								
170 cm	16,8	35,6	16,3	37,5	18,2	27,2	18,0	27,0
30 cm	16,2	37,5	14,4	39,6	18,2	28,4	17,6	28,0
5 cm (relva)	14,3	41,6	12,6	48,2	18,3	30,0	18,0	33,0
Profundidade no solo								
2 cm	28,0 (7 horas)	47,8 (13 horas)	22,8 (7 horas)	37,0 (13 horas)	22,4 (7 horas)	29,4 (13 horas)	22,2 (7 horas)	27,0 (13 horas)
10 cm	23,4	32,8	23,2	25,6	22,6	26,3	23,6	25,0
50 cm	25,0	25,2	22,6	22,8	24,2	26,4	23,8	25,0

curiais comuns, lidos duas vezes por dia, às 7 e às 13 horas, visando obter dados próximos das temperaturas extremas. As posies desses termômetros, isto é, dos pontos de observaes, estão indicadas na primeira coluna do quadro 1.

As observaes iniciaram-se a 15 de abril de 1959 e encerraram-se a 15 de maio de 1960, prolongando-se, assim, por 13 meses. O tempo variou muito durante esse período, o que permitiu estudar, sob diferentes condies, os efeitos da exposio do terreno no gradiente vertical da temperatura do ar e do solo. Todavia, nesta nota são discutidos apenas os dados de dois períodos mais tpicos: um caracterizado por tempo sco, sem nebulosidade, correspondente ao dia 30 de novembro de 1959, e o outro por tempo úmido e nebuloso, a 19 de janeiro de 1960.

Resultados e concluses — Os dados termométricos obtidos acham-se reunidos no quadro 1, sendo que os correspondentes ao dia sco-ensolarado também estão representados grficamente na figura 2. No dia sco os dados da temperatura do solo revelaram-se, como se esperava, bem mais extremados no terreno nu, com temperaturas mínimas bem menores e máximas bem maiores do que as prevaletentes no terreno coberto. No caso do solo nu, a 2 cm, verificou-se apenas uma discrepância em relao à temperatura mínima. Isso se deve, porém, ao fato de terem sido feitas as observaes, não em termômetros de mínima, mas em termômetros de solo, cêrca das 7 horas, quando a ao dos primeiros raios solares já havia provocado acentuada ascenso da temperatura. Em mdia, a temperatura do solo no terreno desnudo mostrou-se bem mais elevada do que no coberto, confirmando dados de outros autores (3). No gráfico da figura 2, v-se, claramente, que a linha cheia, indicativa das temperaturas em solo desnudo, nas profundidades de 10 e 50 cm permaneceu bem à direita das linhas interrompidas, representativas das temperaturas no solo coberto. A 50 cm de profundidade, a temperatura do solo desnudo mostrou-se ainda cêrca de 2,5 °C superior  do solo coberto.

Com relao às temperaturas do ar, porém, os resultados foram bem distintos. Nesse caso, a maior variabilidade entre temperaturas extremas ocorreu sôbre o terreno com a cobertura morta e não sôbre o solo nu. As temperaturas mínimas, particularmente nas camadas mais próximas do solo, a 5 e a 30 cm de altura, mostraram-se bem mais baixas sôbre o terreno coberto, dando uma diferença de cêrca de 2°C em relao às das camadas de ar sôbre o solo desnudo. No estudo das

(3) McCALLA, T. M. & DULEY, F. L. Effect of crop residues on soil temperature. *J. Amer. Soc. Agron.* 27:813-825. 1935.

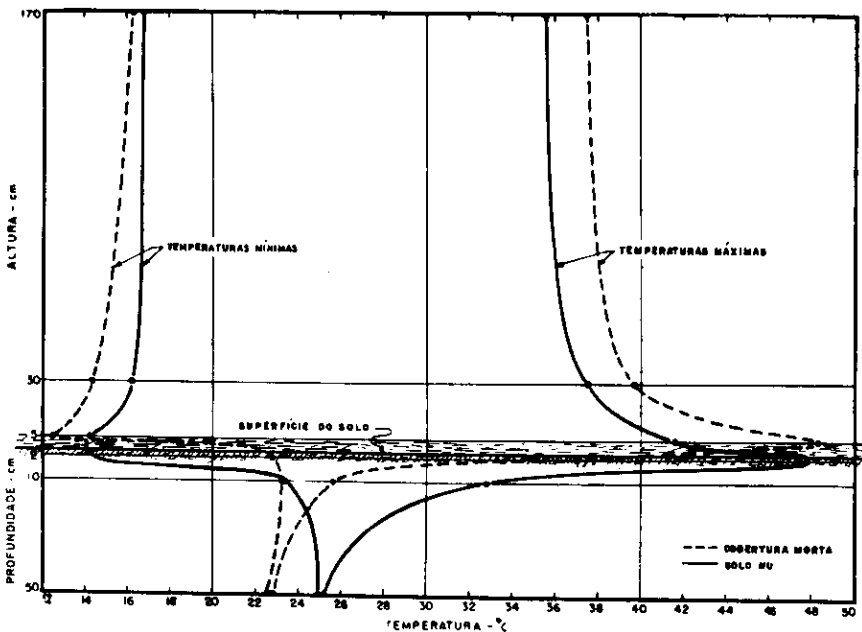


FIGURA 2. — Variação da temperatura do ar e do solo, a várias alturas e profundidades, em canteiros com solo desnudo e com cobertura morta do ensaio de tratamentos culturais de laranjal, em período seco e desumviado de verão.

temperaturas extremas do ar, o fato mais expressivo foi, contudo, o observado com as máximas. Em todas as alturas estudadas estas se mostraram consideravelmente mais altas sobre o terreno coberto. No dia seco os termômetros de máxima, colocados a 5 cm de altura, atingiram a 48,2 °C sobre o terreno com cobertura e apenas 41,6 °C, ou 6,6 °C a menos, sobre o solo desnudo (ver quadro 1). A figura 2 mostra bem esse comportamento das temperaturas extremas das camadas de ar situadas logo acima da superfície nos dois tipos de exposição do terreno.

Os efeitos da exposição do terreno sobre a temperatura do solo e do ar, são conseqüências do balanço térmico na superfície, cuja equação pode ser expressa da seguinte forma:

$$R = E + A + S$$

onde R é a radiação líquida, ou seja, a radiação solar e atmosférica, deduzida da reflexão e da radiação terrestre; E , a energia correspondente à evaporação; A , as trocas térmicas com o ar, por condução e convec-

ção; S , o fluxo de calor sensível para o solo, ou do solo, por condução. Em dias claros, os termos da equação apresentam-se normais, positivos, explicando o aumento da disponibilidade térmica na superfície do solo e adjacências, com a conseqüente elevação das temperaturas. Por sua vez, em noites claras, desanuviadas, os termos são geralmente negativos, resultando perda de energia e queda da temperatura na superfície do terreno e nas camadas adjacentes. Em período sêco, sem chuvas, não havendo disponibilidade de água na superfície exposta, para evaporação, o termo E pode ser considerado praticamente nulo, sendo, portanto, invariável. Nesse caso, apenas os termos A e S são afetados pelo tipo de exposição. Em terrenos com cobertura morta, a baixa condutibilidade térmica desse material reduz, consideravelmente, o valor de S , ou seja, o fluxo de calor da superfície para o solo, durante o dia, e do solo para a superfície, durante a noite. Essa redução, alterando o balanço térmico na superfície do solo, faz aumentar, forçosamente, o termo A , que representa as trocas térmicas com o ar, daí resultando a intensificação da transferência de calor da superfície mais aquecida para o ar, durante o dia, e maior perda de calor do ar para a superfície mais fria, durante a noite.

A queda mais acentuada da temperatura do ar, durante noites claras, em terreno coberto com palha, é, pois, uma conseqüência da baixa condutibilidade térmica da cobertura. Perdendo a superfície desta, por radiação para o espaço sideral, considerável quantidade de calor, e não podendo receber do solo, isolado pela camada de palha, o calor nêle armazenado, é essa energia térmica retirada, em maior quantidade, das camadas de ar mais próximas, que assim se esfriam intensamente. A temperatura máxima mais elevada do ar, sobre o solo coberto, é, da mesma forma, conseqüência da baixa condutibilidade térmica da cobertura morta. A parte do calor resultante do balanço térmico, que não pode se propagar para o solo, fica disponível na superfície da cobertura morta, aumentando sua temperatura e a transferência de calor, por condução e convecção, para as camadas aéreas próximas, que assim se aquecem mais intensamente. É exatamente o calor que deixa de aquecer o solo, o utilizado para aumentar a temperatura do ar sobre a cobertura morta.

Em dia úmido e nublado (ver quadro 1) os dados termométricos mostram-se bem mais uniformes, quase desaparecendo as diferenças entre o solo nu e o coberto. Isso é explicado pelo baixo valor de R na equação do balanço térmico, durante os períodos encobertos. A máxi-

ma de relva, a 5 cm sôbre o solo, observada no dia nublado, foi relativamente alta, o que não seria de esperar. Provavelmente a insolação, embora pequena, de cerca de 0,6 horas, foi suficiente para provocar sensível aquecimento na superfície da cobertura morta.

Em suma, a cobertura morta tem o papel de moderar as variações térmicas do solo e, ao mesmo tempo, de intensificar as variações térmicas do ar. Esse fato poderá ter aplicação na questão da coloração dos frutos da laranjeira. Montenegro (4), cita que o fator climático mais responsável pela coloração da laranja é a variação das temperaturas diurnas e noturnas. Quanto maior é a variação, mais coloridos são os frutos. Como a deficiência de coloração da casca da fruta é um dos defeitos da produção citrícola paulista, a cobertura morta poderia ser encarada como um dos meios de atenuá-lo. SEÇÃO DE CLIMATOLOGIA AGRÍCOLA E SEÇÃO DE CITRICULTURA, INSTITUTO AGRONÔMICO DO ESTADO DE SÃO PAULO.

INFLUENCE OF SOIL COVER ON THE EXTREME TEMPERATURES OF THE AIR

SUMMARY

Extremes of soil and air temperatures were measured on bare and straw covered soil in a citrus orchard soil cover experiment. Earth thermometers and air maximum and minimum thermometers were located at different depths in the soil and heights above the soil, in the center of half-acre plots of same treatment.

It was found that, in bright and dry weather condition, the daily range of extreme air temperatures was much wider above mulched soil than above bare soil. This is the reverse of what happens in the ground, where, as we know, the extreme temperatures are much lower under the mulch cover.

The maximum air temperature at 5 cm above the ground was 6.6°C higher on mulched plot than on the bare one and the minimum temperature was 1.7°C lower in the mulched soil. Similar air temperature behavior was still found at higher heights. At 170 cm height the maximum temperature in mulched treatment was 1.9°C higher than that observed on bare soil and the minimum temperature was 0.5°C lower. The effect of a mulch cover is to increase the extreme daily temperature variation on the air at the same time as it minimizes the temperature variation of the soil under the straw cover.

(4) MONTENEGRO, HEITOR W. S. Curso avançado de citricultura. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luís de Queiroz". 241 p. 1958. [Mimeografado].