

BRAGANTIA

Boletim Técnico do Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo

Vol. 21

Campinas, julho de 1962

N.º 40

CONTRIBUIÇÃO PARA O CONHECIMENTO DO CLIMA DO SOLO DE RIBEIRÃO PRÊTO (1)

A. O. LOPES DA COSTA, *engenheiro-agrônomo, Seção de Climatologia Agrícola do I. E. E. A., Ministério da Agricultura e 2.ª Cadeira de Física, da E. Nacional de Agronomia da U. R. R. J.* e H. GODOY, *engenheiro-agrônomo, Seção de Climatologia Agrícola, Instituto Agrônômico*

RESUMO

Os autores estudam a variação horária da temperatura do solo, às profundidades de 2, 5, 10, 20, 50, 70, e 100 cm, durante dois períodos extremos, em solo terra-roxa-legítima desnudo, recoberto com gramado e com cobertura morta.

As observações durante o período de novembro de 1954 a novembro de 1955, foram executadas com auxílio de geotermômetro de mercúrio, na Estação Experimental do Instituto Agrônômico em Ribeirão Preto, Estado de São Paulo.

Os autores mostram a importância da temperatura do solo na agricultura, e indicam a profundidade de 20 cm como de transição das grandes variações térmicas. Reconhecem duas zonas geotérmicas, uma superior, caracterizada pelas grandes oscilações térmicas, e outra inferior, onde as temperaturas oscilam entre valores muito próximos. Num estudo de diferenças consecutivas de temperaturas médias a diferentes profundidades, oferecem um subsídio para o reconhecimento das estações climáticas para aquela região.

1 — INTRODUÇÃO

De acôrdo com Geiger (8) e outros pesquisadores, tem-se conhecimento de que a temperatura do solo governa o clima da zona baixa da atmosfera, e representa um dos elementos mais importantes no contrôle das atividades microbiológicas e nos processos que envolvem a germinação das sementes, o desenvolvimento e a produção das plantas em geral. Grande número de pesquisadores tem demonstrado que os processos vitais do solo são acelerados à medida que a temperatura se eleva, aproximadamente de 0 a

35°C, à semelhança do que estabelece a lei de Vant'Hoff para as velocidades das reações químicas. É bem conhecido o fato de que a decomposição da matéria orgânica e a mineralização das formas orgânicas de nitrogênio aumentam com a temperatura. Os primeiros efeitos da temperatura do solo nas culturas se fazem sentir durante a germinação das sementes, que representa a primeira fase do crescimento dos vegetais. É fora de dúvida que o poder germinativo das sementes varia com a temperatura. Na ausência de outros fatores limitantes, as sementes de qualquer espécie vegetal só germinam entre determinados limites de temperatura.

Antigos experimentadores têm demonstrado que a germinação é lenta nos solos frios, tornando-se mais rápida à medida que se eleva a temperatura, naturalmente até um certo ótimo, acima do qual, por excesso, os efeitos são prejudiciais, embora não tanto quanto os do frio.

Haberlandt (10), em 1874, estudando o efeito da temperatura na germinação de sementes e no crescimento das primeiras raízes de plantas úteis, observou que sementes de trigo submetidas à temperatura constante de 4,7°C, levaram cerca de 144 horas para germinar, enquanto que a 15,6°C levavam cerca de 48 horas apenas. O mesmo autor, no estudo do desenvolvimento de raízes, verificou que o milho, por exemplo, apresentava raízes com 15 mm de comprimento à temperatura de 16,2°C, constante desde a semeadura, enquanto que a 31,2°C o comprimento era de 60 mm. A diferença de 15,0°C permitiu o desenvolvimento de mais 45 mm. Balls (3), em 1909, estudando a influência da temperatura no crescimento dos vegetais, verificou que as velocidades das reações bioquímicas aumentavam com a temperatura de acordo com a lei de Vant'Hoff, e que nas temperaturas elevadas as células tinham suas funções vitais desorganizadas em virtude do acúmulo de produtos catabólicos. O mesmo pesquisador verificou também que as funções vitais decresciam para valores acima ou abaixo da "temperatura ótima". Russel, Jones e Bahrt (21), em 1925, estudando o efeito da temperatura e da umidade na produção de nitratos, mostraram que, embora fossem significativas as diferenças de produção em dois diferentes tipos de solo sob condições idênticas de temperatura e umidade, aos 5°C a produção era muito baixa, e que aumentava com a elevação da temperatura, alcançando produção máxima à temperatura de 35°C, acima da qual diminuía, anulando-se aos 55°C. Mosier e Gustafson (16), em trabalhos realizados em 1917, mostraram que o crescimento dos vegetais é mais vigoroso entre as temperaturas de 26,6 e 32,2°C, e que as bactérias nitrificantes do solo são mais ativas entre os 15,5 e 29,5°C. Bremer (6), em 1929, submetendo, sementes de certa va-

riedade de beterraba à temperatura de 30,0°C, observou que eram necessários cerca de três dias para a germinação, enquanto que à temperatura de 8,0°C eram necessários doze, isto é, a diferença de 22,0°C permitia uma germinação mais rápida, abreviando-a de nove dias. Neegler, em 1921, citado por Junot (11), em 1939, mostrava, por sua vez, que o início da primavera, na Alemanha, era condicionado à temperatura do solo, nos meses de março e abril, às profundidades de 50 a 100 cm, concluindo que temperaturas abaixo dos limites normais ocasionavam um atraso, enquanto que temperaturas superiores a 6,0°C adiantavam o início da primavera. Segundo trabalho de Smith (25), publicado em 1931, somente em 1926 é que se iniciaram experiências em larga escala sobre o controle da temperatura do solo no desenvolvimento e produção das plantas cultivadas, reconhecendo-se o aumento de colheitas nos campos protegidos com a cobertura de "papel mulch". Hall & Robinson (9), em 1948, estudando os efeitos da temperatura no crescimento do sistema radicular do milho durante o período de 24 horas, verificaram que às temperaturas de: 17,2, 26,1, 33,3, 33,9, 38,4 e 42,5°C corresponderam os crescimentos de 1,3, 24,5, 39,0, 55,0, 25,2 e 5,9 mm, respectivamente. Ainda os mesmos autores, e também Maximov (15), em 1946 e 1948 apresentaram dados sobre a influência da temperatura na germinação e no crescimento de algumas plantas cultivadas, que serviram juntamente com os de Ball (4), em 1915, referentes ao algodão, para organizar o quadro 1, o qual não é discutido pelo que evidencia. Chama-se atenção, no entanto, para o fato de que a temperatura ótima para o crescimento não é, de modo algum, a mais favorável ao desenvolvimento geral da planta.

Essas considerações são suficientes para se justificar o quanto a temperatura do solo pode representar como um dos fatores importantes na escolha dos lugares de plantio, na determinação dos períodos de crescimento e de desenvolvimento mais desejável das diversas culturas, permitindo ao homem explorar a conveniência de seu controle através de técnicas especiais, para o aumento da produção e melhoria do produto. A importância de seu conhecimento, entretanto, não é restrita ao campo da agricultura. Sem falar de sua utilidade na Edafologia, outros ramos da ciência reconhecem o valor da temperatura do solo, no que diz respeito às construções subterrâneas para os mais variados fins, às construções de auto-estradas, às estruturas de barragens etc., pelas relações que se estabelecem com a umidade, evaporação, acumulação de sais, sedimentação de coloides, movimentação de águas subterrâneas etc.

O conhecimento, a diferentes profundidades, da variação diurna da temperatura dos solos, e durante os diversos períodos do

QUADRO I. — Limites de temperaturas extremas e ótimas em graus Celsius, para a germinação e crescimento de algumas plantas cultivadas, segundo indicação de Hall & Robison (9), Maximov (15) e Ball (4).

Plantas	Temperatura		
	Mínima	Ótima	Máxima
	°C	°C	°C
Abóbora	10-15	37-44	44-50
Algodão	15	20-30	33-37
Aveia	0- 5	25-31	31-37
Cânhamo	0- 5	37-44	44-50
Centeio	0- 5	25-31	31-37
Cevada	0- 5	25-31	31-37
Ervilha	3- 5	25-31	31-43
Feijão	9,4	33,7	46,1
Girassol	5-10	31-37	37-44
Melão	15-18	31-37	44-50
Milho	5-10	37-44	44-50
Mostarda	0	27,2	37,2
Pepino	15-18	31-37	44-50
Trigo	0- 5	25-31	37-44

ano, tem grande significação para a ciência e para as técnicas. O seu valor prático é evidente, pois as sementeiras só devem ser realizadas quando o solo tenha adquirido a temperatura necessária à germinação e possa assegurar, depois dela, um crescimento rápido e um desenvolvimento sadio das plantas.

Assim o objetivo do presente trabalho, a par de oferecer base a investigações futuras, é verificar a oscilação da temperatura diurna a várias profundidades, durante dois períodos extremos, e sua variação anual, em solo não arado e homogêneo, do tipo terra-roxa-legítima representativo da região geográfica, e sob condições de coberturas diferentes. Procura-se, pois, despertar a atenção para a importância da geotermia na agricultura, quando se iniciam no país os primeiros ensaios do emprego de coberturas mortas no aumento da produtividade agrícola, malgrado os trabalhos de Shaw (24), em 1926, terem mostrado que a cobertura morta não favorecia o desenvolvimento e a produção das culturas de cereais, para as condições climáticas de Berkeley. Todavia, ain-

da no mesmo ano, trabalhos de Stewart, Thomas e Horner (28), em Havai, reconheciam vantagens da cobertura morta no contrôlo da temperatura do solo, da umidade e da nitrificação.

Não se pretende aqui estabelecer regras, ou apresentar conclusões a respeito da influencia da temperatura do solo sôbre as culturas, ou sôbre sua composição biológica, física e química. Dado o fim do trabalho em questão, julgou-se dispensável o estudo dos elementos e dos fatores intrínsecos (exceto a cobertura) determinantes da geotemperatura.

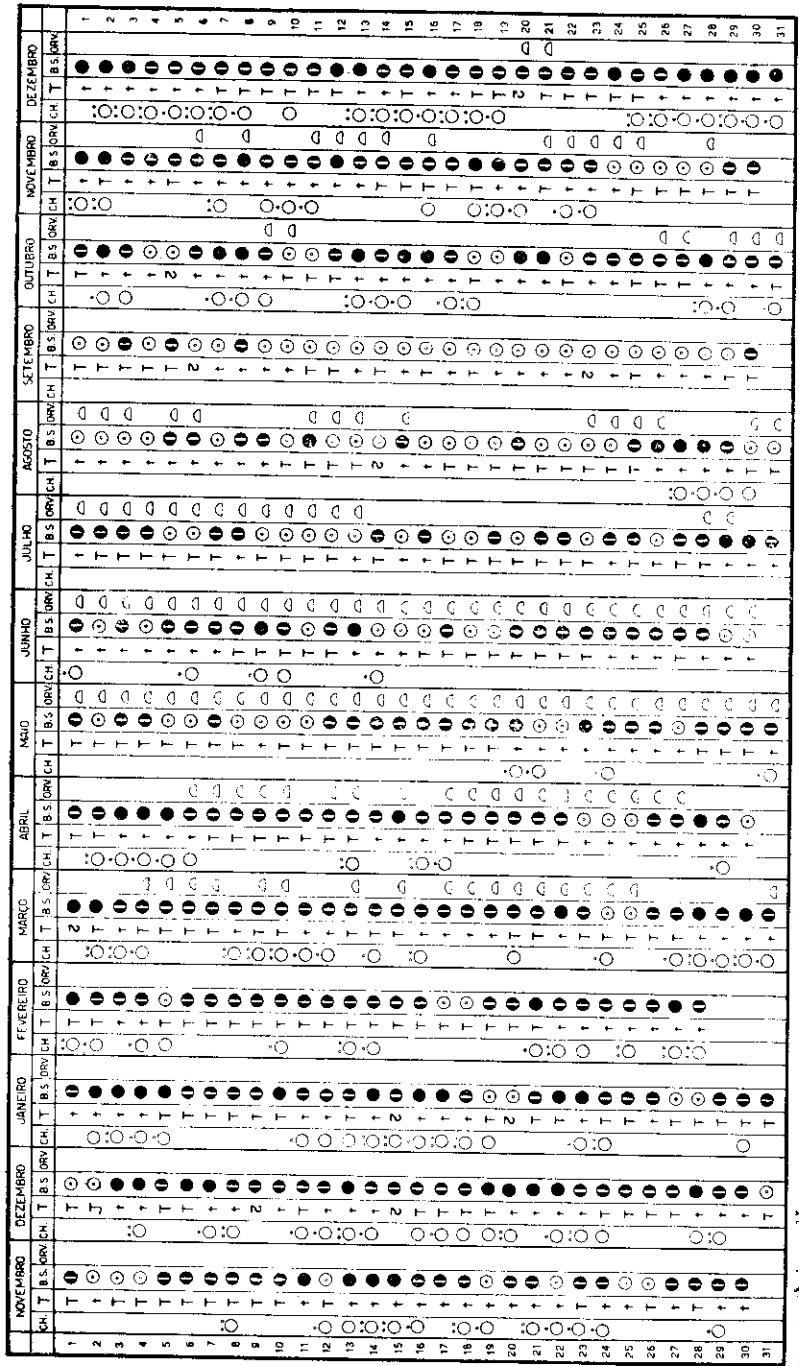
2 — LOCAL DAS OBSERVAÇÕES

As observações foram realizadas no pôsto meteoro-agrário da Estação Experimental de Ribeirão Prêto, do Instituto Agrônômico, localizado à altitude de 622 m, à latitude de 21°12' S e à longitude de 47°53' WG, na extensa zona de terra-roxa-legítima (18). A região é de topografia amena, com declive para o interior do Continente, sem grandes obstáculos orográficos que influenciem localmente o curso do tempo que é, sem dúvida, determinado pela posição geográfica do Estado, situado em região de clima de transição, no limite dos trópicos. De clima tropical de inverno sêco de savana (Aw) segundo a classificação de Koeppen (13), e adotada por Setzer (23), apresenta verão quente e úmido, com elevada altura pluviométrica, e inverno sêco e fresco, com escassa nebulosidade, como se verifica através da caracterização do estado atmosférico durante o período das observações, figura 1.

De acôrdo com Paiva e outros (18 e 19), o solo terra-roxa-legítima, que constitui pouco mais de 7% da área total do Estado, é originário de rochas do magma diabásico e apresenta composição mineralógica variável e textura argilosa, sendo classificado em análise mecânica como "barro argiloso". Solo escuro e pesado, de mesma coloração típica e uniforme nas diversas profundidades do perfil, de grande permeabilidade à água, apresenta o lençol freático a grande profundidade. Extremamente poroso, de 60 a 70%, o que lhe confere massa específica aparente muito baixa, 1 g x cm³, possui extraordinária capacidade de campo, 39 g/100 ml e umidade de murchamento entre 17 e 18,5% para os primeiros 40 cm de profundidade.

3 — MATERIAL E MÉTODO

Para o estudo em questão, foram utilizados geotermômetros de mercúrio, de leitura direta, e de aproximação igual a 0,2°C, os quais foram instalados em três grupos, às profundidades de: 2,



○ 0.1 ○ 1.0 ○ 10.0 ○ 100.0 ○ ORVALHO ○ TEMP ABAIXO DA MEDIA ○ TEMP ACIMA DA MEDIA ○ DA CLARO ATÉ 2.0 ○ NUBACAO DE 2.1 A 7.9 ● ENOBERTO DE 8.0 A 10.0
 Figura 1 — Aspecto do estado do tempo no Posto Metereológico, da Estação Experimental de Ribeirão Preto. Período de novembro de 1954, a dezembro de 1955.

5, 10, 20, 30, 50, 70 e 100 cm, em áreas: a) desnuda; b) recoberta com "mulch" de capim gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.) e c) recoberto com grama batatais (*Paspalum notatum* — Fluegge). As áreas utilizadas para cada grupo foram quadrados de aproximadamente 4 m de lado, planas, convenientemente protegidas contra a estagnação de águas e livres de qualquer obstáculo que prejudicasse a insolação, como indica a figura 2 que, em escala trigonométrica, representa a elevação do horizonte em relação à posição dos instrumentos.

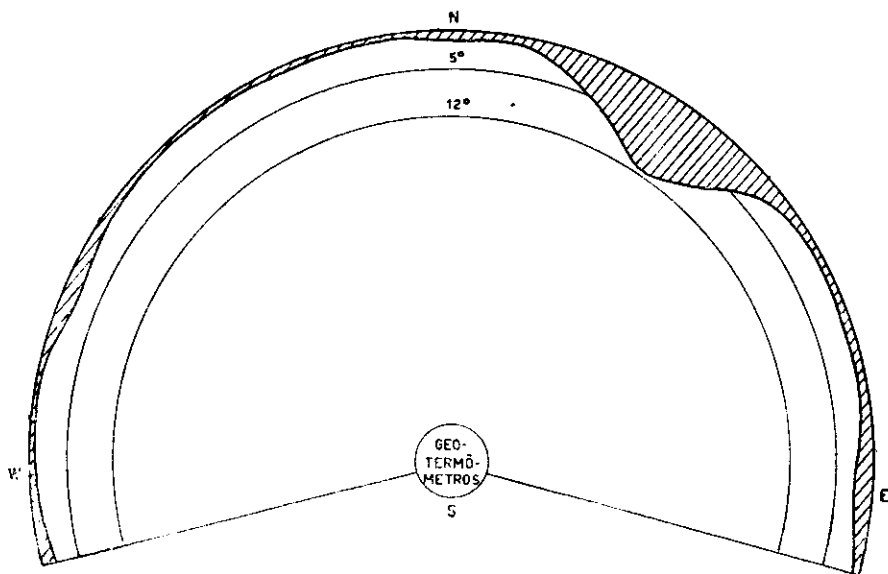


Figura 2 — Elevação do horizonte em relação aos geotermômetros, durante o mês de janeiro de 1955. Pósto Meteoro-Agrário da Estação Experimental de Ribeirão Prêto, São Paulo.

As observações, iniciadas cêrca de trinta dias após a instalação dos geotermômetros, foram realizadas diàriamente às 7, 14 e 21 horas, tempo legal do Rio de Janeiro, durante o período de novembro de 1954 a novembro de 1955, para o solo desnudo e o de fevereiro a novembro de 1955 para os solos recobertos.

Para o estudo do curso diurno, executaram-se observações horárias e bi-horárias, durante períodos climáticos adrede escolhidos, nas estações fria e quente, segundo o critério de que, durante os dias chuvosos a temperatura do solo tende a uniformizar-se e nos dias claros e secos apresenta grandes extremos. Assim, no verão, logo após o período chuvoso de 9 a 19 de janeiro, foram realizadas observações bi-horárias, durante os dez dias consecutivos seguintes, de 20 a 29; e, durante a estação fria, esco-

lheu-se o mês de agosto, o menos chuvoso, dentro do qual se executaram observações horárias, do dia 14 a 23. Os valores assim obtidos permitiram o cálculo das médias mensais e decendiais, que constituem os diversos quadros que servem de base aos estudos. Para o curso diurno, entretanto, foram considerados, apenas, os valores médios dos períodos citados.

Por motivos diversos, tôdas as observações não foram realizadas em tempo local, como era de se desejar. A diferença, entretanto, entre a hora legal e a hora local é da ordem de 12 minutos, apenas. Outrossim, por falta de meios, não se fez o controle dos principais fatores determinantes da condutividade térmica do solo, porosidade, umidade do solo e quantidade de matéria orgânica.

4 — RESULTADOS

4.1 — CURSO DIURNO

4.1.1 — SOLO DESNUDO

O curso diurno da temperatura em solos com diferentes coberturas e sua variação com a profundidade são comparados nas figuras 3 e 4, referentes, respectivamente, aos períodos de janeiro e agosto. As figuras em aprêço, as quais representam curvas de temperaturas médias a diferentes profundidades em solo desnudo, em solo recoberto com "mulch" de capim gordura, e em solo vegetado com grama batatais, mostram o atraso da ocorrência das temperaturas extremas com a profundidade.

As curvas representativas das temperaturas em solo desnudo, para as profundidades de 2, 5 e 10 cm, apresentam, após o nascer do Sol, uma forte aclividade que, em janeiro, culmina em torno das 13, das 14 e das 16 horas, respectivamente, para depois, seguindo também forte declividade, alcançar os valores mínimos em torno das 5, das 7 e das 7,30 horas. Em agosto, as curvas culminam em torno das 13 e das 15 horas, e alcançam os seus valores mínimos em torno das 6 e das 7 horas. Isto significa que nessas profundidades, as amplitudes são muito grandes, da ordem de 16,4, 13,6 e 11,3°C, respectivamente para o período de janeiro, e da ordem de 19,0, 14,8 e 12,2°C para o período de agosto. Nos 20 cm de profundidade, quando as temperaturas extremas são alcançadas às 10 e às 21 horas, aproximadamente, a amplitude é muito pequena e desprezível para as demais. A partir dessa profundidade verifica-se a tendência da uniformização das temperaturas. Assim é que, já aos 50 cm a temperatura se mantém quase constante, durante tôdas as horas do dia, apresentando variação menor que 0,5°C.

Nas referidas figuras, 3 e 4, não foram intencionalmente representadas as curvas correspondentes às profundidades de 70 e 100 cm. Essas profundidades, porém, encontram-se referidas em outra representação gráfica da variação da temperatura do solo,

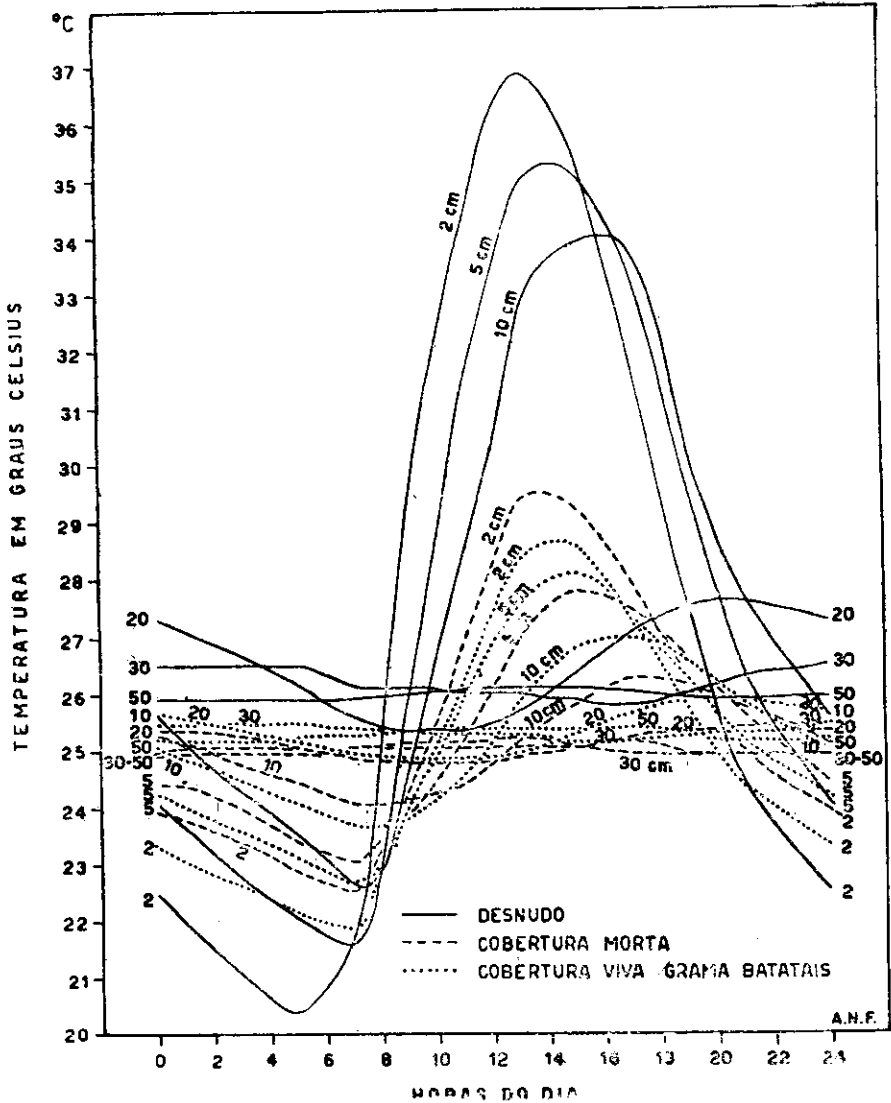


Figura 3 — Cursos diurnos comparativos de temperaturas médias, a diferentes profundidades, em solo desnudo, com a cobertura morta e com cobertura viva de grama batatais. Período de 20 a 29 de janeiro de 1955. Posto Meteorológico-Agrário da Estação Experimental de Ribeirão Preto, São Paulo.

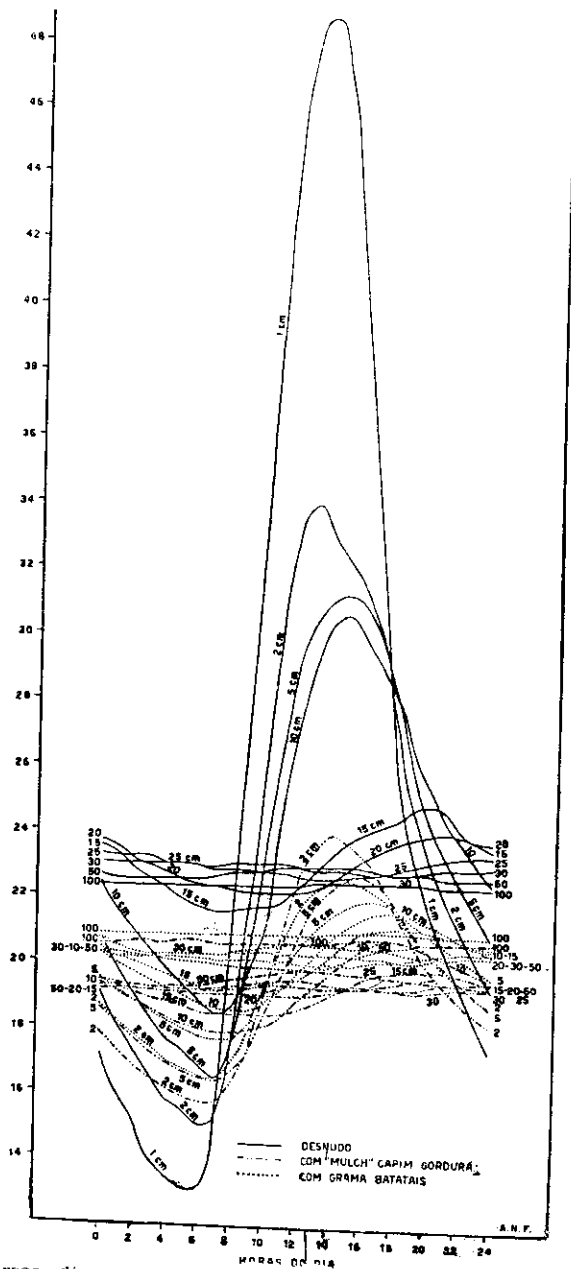


Figura 4 — Cursos diurnos comparativos de temperaturas médias, a diferentes profundidades em solo desnudo com a cobertura morta e com cobertura viva. Período de 14 a 23 de agosto de 1955. Posto Meteorológico-Agrícola da Estação Experimental de Ribeirão Preto, São Paulo.

figuras 5 e 6, para cuja construção consideraram-se no eixo das ordenadas as profundidades em centímetros e no eixo das abcissas as temperaturas, em graus Celsius, tomando-se, então, a cada hora, as temperaturas nas diferentes profundidades.

Essas representações, que para janeiro mostram o eixo da figura em torno dos $26,5^{\circ}\text{C}$ e para agosto em torno dos $23,0^{\circ}\text{C}$, permitem uma visão ampla da variação da temperatura do solo, indicando os valores das amplitudes a cada profundidade, e ainda,

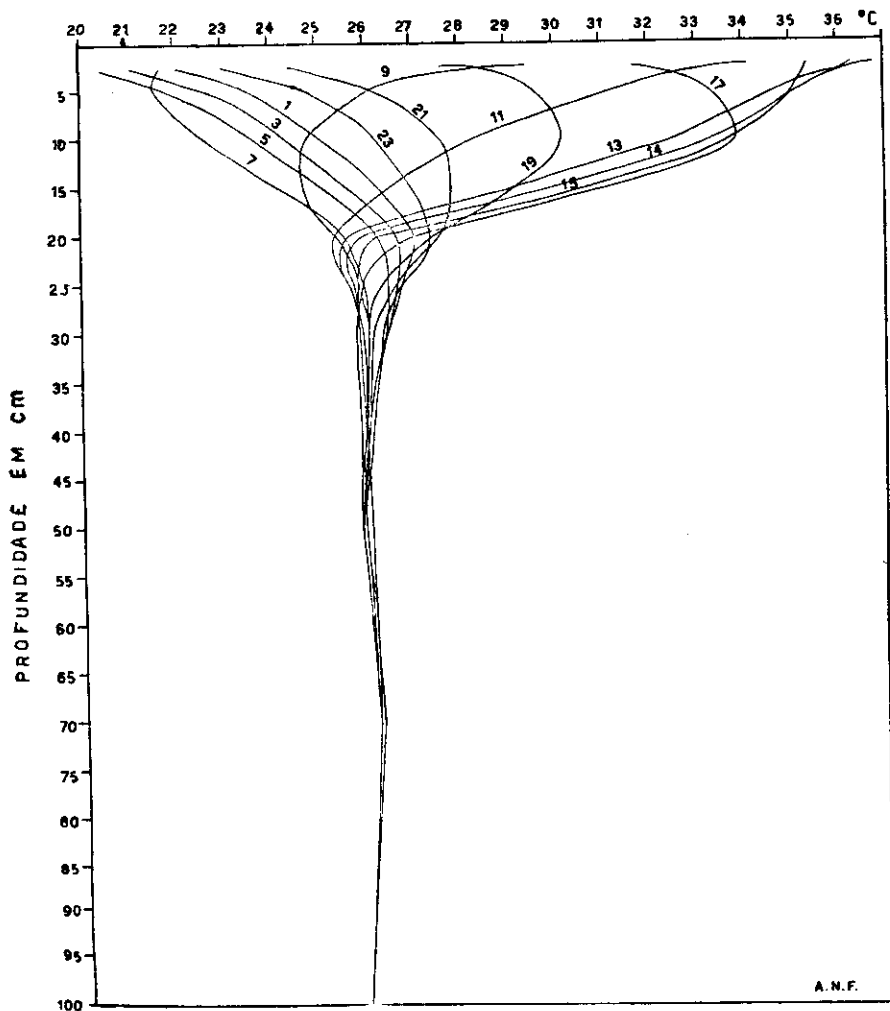


Figura 5 — Tautócronos de temperaturas médias de solo desnudo. Período de 20 a 29 de janeiro de 1955. Pósto Meteoro-Agrário da Estação Experimental de Ribeirão Prêto, São Paulo.

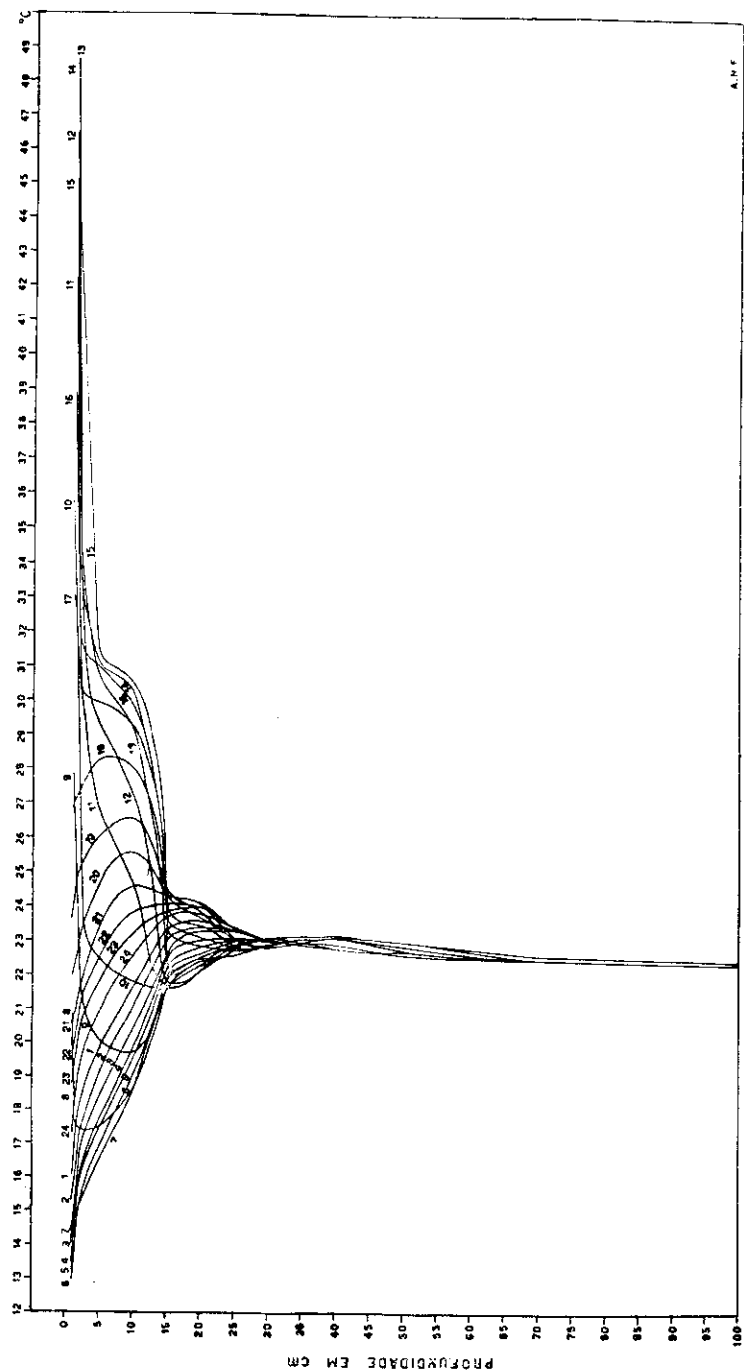


Figura 6 — Tautócronos das temperaturas médias de solo desnudo. Período de 14 a 23 de agosto de 1955. Pósto Meteorológico da Estação Experimental de Ribeirão Preto, São Paulo.

que em agosto a temperatura média do solo nas profundidades consideradas, foi inferior à de janeiro de um valor aproximadamente igual a 3,5°C.

Verifica-se pelos tautócronos, que pelo menos para essa região geográfica, as profundidades de maior interesse agrícola em relação à temperatura parecem ir até aos 20 cm, onde a amplitude já se apresenta muito pequena, igual a 2,2°C em janeiro e a 1,9°C em agosto. A partir dessa profundidade as amplitudes diminuem, anulando-se praticamente a 1,00 m.

No caminhamento diurno das temperaturas, em janeiro, figura 5, de 1 às 5 horas, verifica-se a ocorrência de um pronunciado ponto de inflexão em torno da profundidade de 20 cm, de modo que a temperatura cresce continuamente desde os 2 até aos 20 cm, quando, então, deflexiona-se para diminuir até aos 50 cm, voltando a aumentar ligeiramente, cerca de 0,3°C, aos 70 cm, para diminuir de igual quantidade a 1,00 m. A partir das 7 horas, o caminhamento da temperatura oferece outro aspecto pelos dois pontos de inflexão que apresenta, em torno dos 50 cm e outro dos 20 cm, de forma que o ramo superior da curva, compreendido entre os 2 e os 20 cm, tem sua concavidade sensivelmente voltada para a direita, mostrando que a temperatura diminui dos 2 aos 5 cm de profundidade, a partir da qual aumenta, até aos 30 cm para em seguida diminuir até aos 100 cm com uma ligeira elevação aos 70 cm. A partir dessa hora, até às 11, as curvas representativas do caminhamento da temperatura apresentam o curioso aspecto em foice, com pontos de inflexão que permitem sejam as suas concavidades voltadas para a direita e para baixo, indicando, agora que a temperatura diminui, rapidamente, de cima para baixo, até aos 20 cm, para aumentar em seguida até aos 70 cm, quando passa a diminuir novamente, pelo menos até aos 100 cm, oscilando entre valores que diferem de 0,3°C. Já as curvas representativas das 13, 14 e 15 horas, mostram o mesmo comportamento, apresentando apenas a grande concavidade, formada pelos ramos entre os 2 e os 20 cm, voltada para cima e para a esquerda, indicando também que as temperaturas diminuem de cima para baixo. A partir dos 20 cm aumentam ou diminuem, oscilando os seus valores entre limites da ordem de + 0,3°C. Das 17 às 19 horas o caminhamento é representado por curvas que apresentam pontos de inflexão muito nítidos à profundidade dos 10 cm, de modo que as concavidades do ramo superior das curvas, estão inteiramente voltadas para a esquerda, indicando que as temperaturas aumentam dos 2 cm aos 10 cm, para diminuir em seguida, alcançando valores que se diferenciam de, no máximo, 0,5°C, após os 30 cm. As curvas para as horas 21 e 23 têm aquele curioso

aspecto de foice, apresentando a concavidade do ramo superior acima dos 20 cm, voltada para baixo e para esquerda, indicando que as temperaturas aumentam constantemente até aos 20 cm, diminuindo após, para se manterem em tórno de valores que diferem de até 0,5°C.

É ainda curioso notar que à profundidade de 70 cm, os valores das temperaturas que diferem entre si de sòmente 0,1°C, são ligeiramente superiores aos valores anotados aos 50 cm, onde diferem de apenas 0,2°C, e aos 100 cm, onde a temperatura já se apresenta constante. Entre as profundidades, 50 e 100 cm, as curvas representativas do caminhamento das temperaturas apresentam concavidades voltada para esquerda, indicando que a partir dos 50 cm, a temperatura aumenta, levemente até 70 cm, para diminuir, em seguida, até aos 100 cm, quando permanece invariável para tôdas as horas do dia.

Do exposto verifica-se que a temperatura aumenta com os primeiros centímetros de profundidade das 17 às 5 horas e diminui das 7 às 15 horas. Até às 21 horas a ascensão térmica alcança a profundidade dos 10 cm, até às 3 horas a dos 20 cm e até às 5 horas a dos 30 cm. A partir dessas profundidades a descensão térmica, rápida até às 19 horas, se torna muito lenta. Por outro lado, às 7 horas a temperatura diminui, levemente, até aos 5 cm, e então, rapidamente, às 9 horas até aos 10 cm, das 11 às 13 horas até aos 20 cm e das 14 às 15 horas até aos 30 cm de profundidade, a partir das quais passa a aumentar, rapidamente, às 7 horas e levemente depois. Assim, a partir dos 30 cm a temperatura do solo tende para um valor constante, alcançado aos 100 cm de profundidade, malgrado apresente uma pequena elevação, inferior a 0,5°C, aos 70 cm.

Esse desenvolvimento exposto para o período de verão, se assemelha ao do inverno representado pelas figuras 4 e 6, e confeccionadas com dados constantes do quadro 3.

Durante o período sêco, teve-se oportunidade de realizar observações horárias, incluindo-se a profundidade de 1 cm, aproximadamente, e ainda a de 15 e de 25 cm. As curvas apresentam tôdas o mesmo aspecto quando comparadas com as do período do verão. Intencionalmente não se fêz constar no quadro 3 os valores das temperaturas às profundidades de 15 e 25 cm. Não obstante, a figura 4 evidencia que os valores das temperaturas a 15 cm de profundidade assemelham-se mais àqueles correspondentes a 20 cm do que a 10 cm, e que as temperaturas a 25 cm aproximam-se mais daquelas correspondentes a 30 cm do que a 20 cm, o que era de se esperar, pois a temperatura decresce expo-

nencialmente com a profundidade. De modo geral, as horas de ocorrência das temperaturas extremas são as mesmas, excetuando-se a mínima a 2 cm e a máxima a 5 cm, que ocorreram com maior atraso. Como já se evidenciou, até 10 cm as amplitudes são maiores do que as do período de verão, quando o alto estado higrométrico do ar e a nebulosidade abundante impediram um resfriamento elevado e rápido do solo, o que não ocorreu em agosto, caracterizado por uma atmosfera seca e dias límpidos, como se verifica pela figura 1. Abaixo dos 10 cm as amplitudes diferem das do período anterior de valores menores que 0,5°C. Em qualquer dos períodos, porém, é notável a diminuição brusca das amplitudes de 10 para 20 cm, parecendo indicar, aí, os limites da maior atividade do balanço geotérmico. Aos 20 cm as amplitudes foram, respectivamente, iguais a 2,2 e 1,9°C, para os períodos de janeiro e agosto.

Também é notável serem bastante amortecidas com a profundidade as variações da temperatura, inferiores a 1°C já a partir dos 30 cm, à semelhança do que tem sido observado por Bayer (5) e Keen (12) em outros tipos de solos, para a profundidade de 50 cm. Para essa ocorrência é possível que contribua muito a porosidade elevada desse tipo de solo, malgrado se verifique um adensamento entre os 30 e os 60 cm. Smith e Byers (26) apontam o adensamento e a porosidade dos solos como possíveis fatores na transparência térmica. Chegaram a determinar uma expressão aproximada para o cálculo da condutividade do calor nos solos secos, em função da porosidade:

$$K = k_2 p + k_1 (1 - p)$$

onde, k_2 , k_1 e p , representam a condutividade térmica do ar seco, do material sólido e a porosidade, respectivamente, e, através da qual concluíram que a condutividade dos solos secos diminui quando a porosidade aumenta, o que mais tarde foi confirmado por W. Smith (27). Essa ocorrência se justifica, não só pela baixa condutividade térmica do ar, como também pelo menor contato, por unidade de volume, entre o material sólido.

Na figura 4, à semelhança da figura 3, é curioso o agrupamento que as curvas apresentam, principalmente das 7 às 18 horas, delimitando duas grandes zonas geotérmicas separadas aos 20 cm por um horizonte térmico de transição, que mais se evidencia nas figuras 5 e 6, que representam os tautócronos das geotemperaturas para os dois períodos de observação. Por outro lado, os quadros 2 e 3, evidenciam que as grandes variações térmicas ocorrem somente até aos 20 cm, profundidade a partir da qual

as amplitudes térmicas decrescem muito, tendendo para o valor zero. Enquanto a amplitude térmica aos 10 cm é da ordem dos 14,5°C, aos 20 cm ela se apresenta ao redor de 2,0°C, e para as demais profundidades em torno de 0,2°C. (Para o cálculo do valor acima 14,5, a amplitude térmica correspondente a 1 cm de profundidade foi excluída por falta daquele correspondente ao período de janeiro).

Os tautócronos das temperaturas médias do solo desnudo para o período de agosto, figura 6, mostram-se semelhantes aos de janeiro, figura 5, apresentando o eixo de figura em torno dos 22,8°C, indicando um deslocamento de 3,3°C. A figura 6 associada aos valores contantes do quadro 3, permite reconhecer que das 8 às 17 horas a temperatura decresce com os primeiros centímetros de profundidade, e das 18 às 7 horas, passa a aumentar. A temperatura diminui acentuadamente desde às 13 até às 6 horas a 1 cm de profundidade. A curva representativa das 8 horas indica o início do decréscimo da temperatura com a profundidade, o que se verifica até aos 2 cm, para aumentar até aos 30 cm, quando, então, diminui levemente para se manter entre valores cujas diferenças alcançam 0,7°C. Às 9 e às 10 horas, essa diminuição contínua alcança a profundidade dos 10 cm, passando depois a temperatura a aumentar, mantendo-se em torno de valores que diferem também 0,7°C, fazendo com que as curvas, juntamente com a anterior, tenham suas concavidades voltadas para o lado direito. As curvas representativas das 11 às 15 e das 16 às 17 horas, mostram agora que a diminuição contínua da temperatura alcança as profundidades de 20 e 30 cm, respectivamente, a partir das quais passa a aumentar, mantendo-se entre valores cuja diferença máxima é de 0,7°C, permitindo, dest'arte, que a concavidade média dos ramos superiores das curvas se volte para cima e para a esquerda.

Às 18 horas, como revela a curva, tem início a elevação da temperatura com a profundidade, o que ocorre até aos 5 cm, para depois de uma leve oscilação em torno dos 10 cm diminuir bruscamente e manter-se entre valores que se diferenciam de até 1,2°C. As curvas representativas das 19 às 21 horas, das 22 às 4 horas e, finalmente, das 5 às 7 horas, mostram que a elevação contínua da temperatura alcança as profundidades de 10, 20 e 30 cm, respectivamente, a partir das quais passa a diminuir, mantendo-se entre valores que se diferenciam de 1,6, 0,7 e 0,6°C, permitindo que a concavidade dos ramos superiores das curvas se volte para a esquerda e para baixo.

Nesse período, ao contrário do que ocorreu em janeiro, a temperatura, à profundidade de 1,00 m, não se apresentou constante, porém oscilando entre valores que se diferenciam de 0,1°C.

Em se comparando os valores absolutos das temperaturas ocorridas num e noutro período, verifica-se que as temperaturas durante tôdas as horas do dia são sempre mais baixas no período do inverno, e que a 1,00 m a diferença de temperatura média é de 3,5°C, indicando encontrar-se a maior profundidade a chamada "camada invariável" que, como cita Angot (1), nos países tropicais se encontra a pequena distância da superfície, e a partir da qual as temperaturas crescem regularmente de cêrca de 1°C por 33 m de profundidade, em média.

4.1.2 — SOLOS RECOBERTOS

O curso diurno da temperatura dos solos recobertos é também representado nas figuras 3 e 4. Embora as curvas guardem o mesmo aspecto que suas correspondentes em solo desnudo, evidenciam, no entanto, amplitudes térmicas muito menores e alterações cronológicas na ocorrência das temperaturas extremas. No período do verão, até as profundidades de 20 cm, as temperaturas extremas no solo com "mulch" verificaram-se praticamente às mesmas horas que no solo desnudo, excetuando-se a máxima para a profundidade dos 5 cm, que ocorreu com o atraso de uma hora, e a mínima para a profundidade dos 2 cm, que se verificou com o atraso de duas horas.

No solo recoberto com a grama batatais, as temperaturas máximas para as profundidades de 2 e 5 cm, ocorreram com o atraso de duas horas e de uma hora, respectivamente, e para a profundidade de 20 cm com avanço de duas horas. As mínimas ocorreram às mesmas horas, excetuando-se aquelas para as profundidades de 2 a 20 cm, onde se verificou um atraso de duas horas.

Comparando a ocorrência das temperaturas extremas entre os dois solos recobertos, verifica-se que ocorreram às mesmas horas em ambos os casos, excetuando-se no solo gramado à profundidade de 2 cm, onde a máxima se verificou com o atraso de duas horas, e à profundidade de 20 cm, onde a máxima se adiantou e a mínima se atrasou, igualmente de duas horas.

O desenvolvimento vertical diurno das temperaturas em janeiro dos solos recobertos é dado na figura 7. Reconhece-se que as proteções oferecidas ao solo pela cobertura morta e pela cobertura viva são praticamente iguais, apesar da diferença de espessuras das mantas protetoras, que para a cobertura morta era da ordem de 5 a 6 cm e de 2 a 3 cm para a cobertura viva de grama batatais, pelo fato de ser mantida constantemente aparada.

As temperaturas ocorridas em ambos os solos recobertos estão entre o valor mínimo 21,9°C, no solo com a cobertura viva, e valor

máximo de 29,5°C, no solo com a cobertura morta, o que significa que a maior amplitude dentro das profundidades estudadas não alcançou a 8°C. Para o solo com a cobertura morta a maior amplitude, naturalmente ocorrida aos 2 cm, foi de 7,0°C, e para o solo com a cobertura viva foi de 6,7°C. Em consequência, as curvas representativas do caminhamento diurno das temperaturas apresentam-se suaves e, a partir dos 30 cm até a profundidade dos 100 cm, se mantêm entre valores que diferem de 0,5°C, no máximo. As curvas A-C, das figuras 8-9, mostram as diferenças das temperaturas do curso diurno entre os solos recobertos e o desnudo, para o período quente, às profundidades de até 20 cm. São bastante elucidativas e indicam o quanto as coberturas pro-

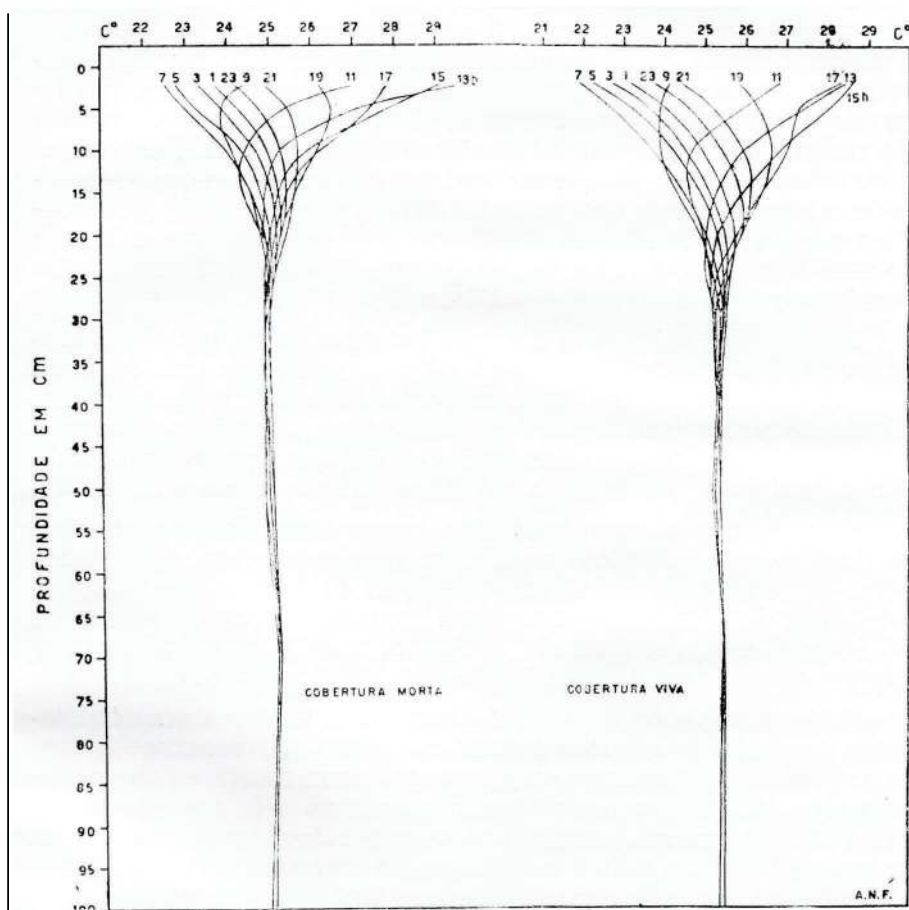


Figura 7 — Tautócronos de temperaturas médias do solo sob condições de diferentes coberturas, Período de 20 a 29 de janeiro de 1955. Posto Meteorológico da Estação Experimental de Ribeirão Preto, São Paulo.

tegem o solo, para que aos 2 cm a amplitude fôsse reduzida de mais de $9,0^{\circ}\text{C}$, e aos 20 cm de cêrca de $2,0^{\circ}\text{C}$. As temperaturas dos solos recobertos se mostram superiores as do solo desnudo aos 2, 5 e 10 cm de profundidade apenas de 20 às 7 de 23 às 8 e de 2 às 9 horas, respectivamente. Dos 20 cm em diante, os solos recobertos apresentam temperaturas sempre inferiores às do solo desnudo, com diferenças que oscilam entre $2,2^{\circ}\text{C}$, aos 20 cm, no solo com a cobertura morta, e $0,4^{\circ}\text{C}$ aos 100 cm no solo com a cobertura viva (quadro 3).

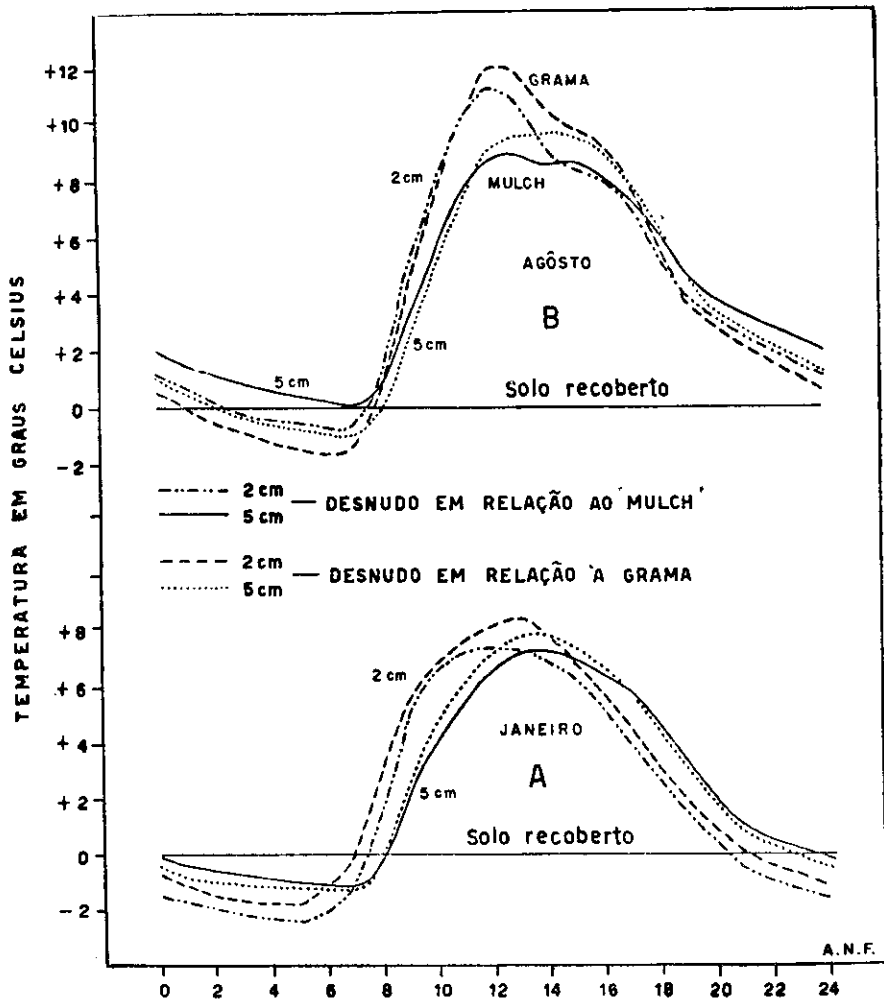


Figura 8 — Curso horário das diferenças de temperatura, às profundidades de 2 e 5 cm, entre solo desnudo e recoberto. A — Período referente a agosto.

A posição relativa das curvas de diferenças de temperatura entre solo desnudo e solo recoberto com grama batatais, e entre solo desnudo e solo com a cobertura morta, indica, aos 2 cm, que as temperaturas do solo com a cobertura morta são constantemente mais elevadas do que as do solo com a cobertura viva; o que aos 5 cm parece ocorrer somente entre 17 e 7 horas, e aos 10 cm entre 23 e 10 horas. A partir dos 20 cm até 100 cm de

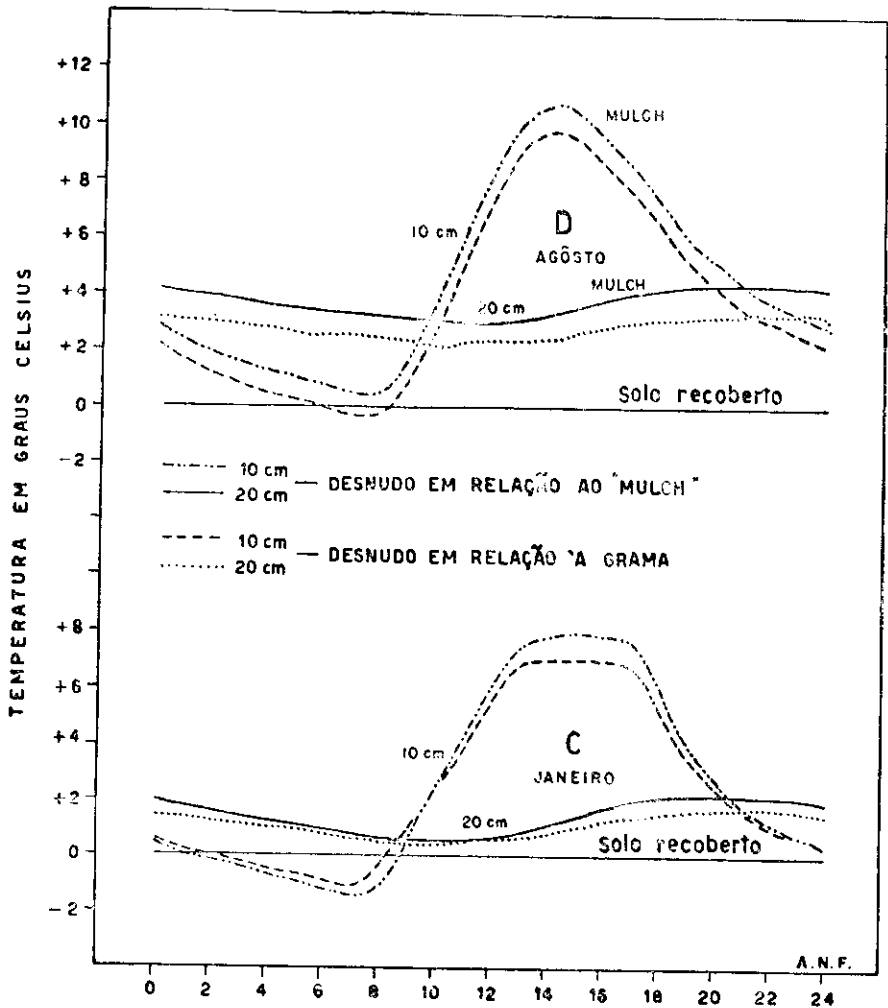


Figura 9 — Curso horário das diferenças de temperatura, às profundidades de 10 e 20 cm, entre solo desnudo e recoberto. C — Período referente a janeiro, D — Período referente a agosto.

profundidade, as temperaturas do solo com a cobertura morta são sempre pouco inferiores as do solo com a cobertura viva.

Estudando-se, agora, o curso diurno das temperaturas em agosto, verifica-se que as temperaturas extremas ocorreram de modo diversificado (quadro 3 e figura 4). As temperaturas máximas no solo com "mulch" ocorreram às mesmas horas que em solo desnudo às profundidades de 5 e 20 cm. Às profundidades de 2 e de 10 cm as máximas se atrasaram de 1 e de 3 horas, respectivamente. As mínimas ocorreram às mesmas horas que em solo desnudo às profundidades de 5 e 10 cm. A profundidade de 2 cm a mínima ocorreu atrasada e a 20 cm adiantada igualmente de 1 hora. No solo gramado, entretanto, as máximas ocorreram atrasadas de 2 horas a 2 e a 10 cm e de 1 hora a 5 cm. A profundidade de 20 cm ela se adiantou de 1 hora. Quanto às mínimas se atrasaram de 1 hora para as profundidades de 2 e de 20 cm e de 2 horas para a de 10 cm. Aos 5 cm elas ocorreram à mesma hora. Por outro lado, a comparação entre os dois solos recobertos mostra que as temperaturas máximas no solo gramado às profundidades de 2 e de 5 cm ocorreram com o atraso de 1 hora, ao passo que para as profundidades de 10 e de 20 cm se adiantaram de 1 hora também. As mínimas até as profundidades de 2 e 5 cm ocorreram à mesma hora em ambos os casos. Aos 10 e 20 cm, no entanto, as mínimas no solo gramado ocorreram com 2 horas de atraso.

O caminhamento vertical diurno das temperaturas em agosto, representado pela figura 10, mostra que as proteções oferecidas pelas coberturas foram menos atuantes que no verão (figura 7).

Os eixos médios das figuras se diferenciam de quase 1°C, enquanto que no verão essa diferença foi de 0,4°C. Para o solo com a cobertura morta e eixo da figura está em torno de 19,3°C, e para o solo com a cobertura viva em torno de 20,2°C. Isto significa dizer que se mostram mais elevadas as temperaturas no solo recoberto com a grama batatais, pelo menos até aos 50 cm, o que parece lógico, em virtude da cobertura viva encontrar-se menos viçosa no inverno, seja pelo próprio repouso, seja pela prolongada deficiência de água, oferecendo, em consequência, menor proteção ao solo. Contudo, desde às 12 até às 18 horas, dos 2 aos 5 cm de profundidade, as temperaturas do solo com a cobertura morta são mais elevadas do que as do solo com a cobertura viva. Essa ocorrência, embora necessitando de melhor averiguação, parece explicável pela ação até àquela profundidade, da energia da decomposição orgânica, mais intensa depois das 12 horas.

No solo recoberto com o "mulch" a maior amplitude foi de 8,2°C aos 2 cm e no solo com a cobertura viva de 6,0°C, valores que asseguram grande suavidade às curvas. As figuras 8 e 9 completam o que se vem de expor. As curvas B-D, representativas das diferenças de temperaturas até os 20 cm de profundidade entre o solo desnudo e os solos recobertos, associadas aos valores apresentados nos quadros 3 e 4, mostram as temperaturas do solo desnudo superiores às dos solos recobertos, excetuando-se aos 2 cm de profundidade das 2 às 7 horas e aos 5 e 10 cm em relação ao solo gramado das 3 às 8 e das 7 às 8 horas, respectivamente.

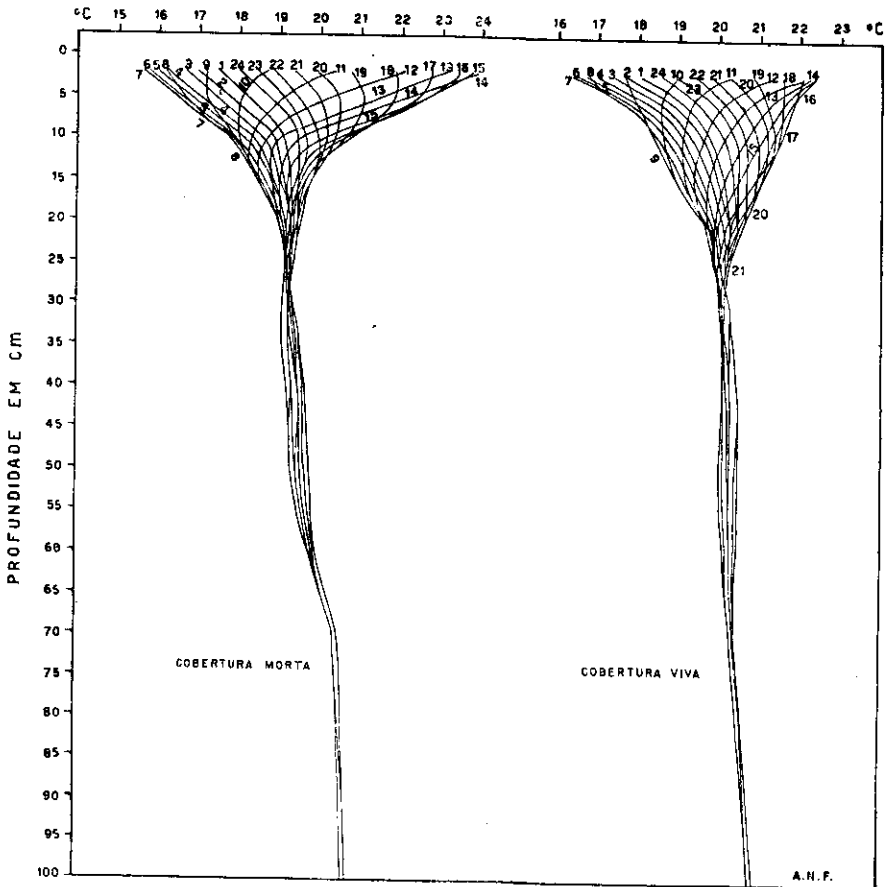


Figura 10 — Tautócronos de temperaturas médias do solo sob condições de diferentes coberturas. Período de 14 a 23 de agosto de 1955. Pósto Meteorológico-Agrário de RibeirãoPrêto, São Paulo.

Comparando-se entre si os tautócronos das temperaturas dos solos recobertos, durante os dois períodos estudados, verifica-se que há um grande afastamento entre os eixos das figuras. Os tautócronos das temperaturas do solo com a cobertura morta, apresentam os eixos médios das figuras em torno dos 25,0°C (figura 7) e dos 19,4°C (figura 10), respectivamente, para janeiro e agosto, o que significa dizer que, em agosto o afastamento médio das temperaturas para as profundidades estudadas foi de 5,6°C em relação às de janeiro. Não obstante, aos 2 cm a amplitude foi menor em janeiro que em agosto de cerca de 1,2°C, e aos 20 e aos 100 cm guardaram valores idênticos a 0,6 e 0,1°C, respectivamente. A maior temperatura ocorrida em agosto excede apenas de 1,4°C a menor ocorrida em janeiro. No entanto, os eixos médios das figuras representativas dos tautócronos das temperaturas do solo com a cobertura viva estão em torno dos valores 25,4 e 20,2°C, para janeiro e agosto, respectivamente, significando que a temperatura média diurna do solo para as profundidades estudadas foi mais baixa que a de janeiro cerca de 5,2°C, valor que comparado com o anterior, igual a 5,6°C, parece evidenciar a semelhança de proteção oferecida por ambas coberturas.

Do exposto, verifica-se que os solos recobertos se apresentam, como era de se esperar, mais quentes no verão que no inverno. Em relação ao solo desnudo mostraram-se mais frios em ambos os períodos, revelando que nos trópicos, para os meses considerados, parece contrariar parcialmente Baver (5), quando diz que "os solos protegidos são mais frios no verão e mais quentes no inverno do que os solos desnudos".

É curioso notar ainda que as temperaturas médias diurnas às diferentes profundidades em cada período, oscilaram, entre valores muito próximos. Os quadros 2, 3 e 4, permitem verificar essa ocorrência. No verão as temperaturas médias do solo desnudo se diferenciam de 0,2°C até aos 10 cm de profundidade e de 0,6°C dos 20 aos 100 cm, não obstante a diferença total de 2,3°C, o que significa que a diferença térmica entre 10 e 20 cm é de 1,7°C.

No solo com a cobertura morta a diferença entre as temperaturas foi, no máximo, de 0,4°C, semelhante ao valor 0,5°C que se verificou no solo com a cobertura viva. Em agosto as temperaturas médias do solo desnudo, entre 2 a 10 cm de profundidade, se diferenciam de 0,6°C, valor que se manteve dos 20 aos 100 cm, embora a amplitude térmica fôsse de 1,5°C. Assim, a diferença térmica entre os 10 e 20 cm é de 0,9°C. Nos solos recobertos as temperaturas médias dos 2 aos 50 cm de profundidade oscilaram entre valores que se diferenciam de, no máximo, 0,8°C.

QUADRO 2. -- Pôsto Meteorológico da Estação Experimental de Ribeirão Preto, São Paulo, período de 20 a 29 de janeiro de 1955. Valores médios bi-horários da temperatura do solo sob diferentes condições de cobertura e a diferentes profundidades, tomada com auxílio de geotermômetros de mercúrio, em graus Celsius.

Horas	2 cm	5 cm	10 cm	20 cm	30 cm	50 cm	70 cm	100 cm
	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
SOLO DESNUDO								
1	22,0	23,6	25,1	27,1	26,5	25,9	26,2	25,9
3	21,1	22,8	24,3	26,6	26,5	25,9	26,2	25,9
5	20,4	22,1	23,6	26,3	26,4	25,9	26,2	25,9
7	21,7	21,6	22,6	25,6	26,1	25,9	26,2	25,9
9	29,5	26,1	24,8	25,4	26,1	26,0	26,2	25,9
11	34,2	31,3	28,3	25,4	26,0	26,1	26,2	25,9
13	36,8	34,8	32,7	25,7	26,0	26,1	26,2	25,9
14	36,4	35,2	33,5	26,0	25,9	26,1	26,2	25,9
15	35,4	35,1	33,8	26,4	25,9	26,1	26,3	25,9
17	31,7	33,3	33,9	27,1	25,8	26,0	26,3	25,9
19	27,6	29,6	30,2	27,5	26,1	25,9	26,3	25,9
21	24,4	26,3	27,6	27,6	26,3	25,9	26,2	25,9
23	23,0	24,8	26,2	27,4	26,4	25,9	26,2	25,9
Média	28,0	28,2	28,2	26,5	26,2	26,0	26,2	25,9
SOLO COM "MULCH"								
1	23,7	24,3	25,0	25,3	25,0	24,9	25,3	25,1
3	23,3	23,9	24,7	25,2	25,0	24,9	25,3	25,1
5	22,8	23,3	24,4	25,0	25,0	24,9	25,2	25,1
7	22,5	23,0	24,0	24,9	25,0	25,0	25,2	25,1
9	24,4	23,9	24,1	24,8	25,0	25,1	25,2	25,0
11	27,0	25,3	24,4	24,8	25,0	25,1	25,3	25,0
13	29,5	27,0	25,2	24,9	25,0	25,2	25,3	25,0
15	29,1	27,7	25,8	25,0	25,0	25,1	25,3	25,1
17	27,8	27,4	26,2	25,2	24,8	25,1	25,3	25,1
19	26,2	26,5	26,1	25,3	24,8	24,9	25,3	25,1
21	24,9	25,5	25,7	25,4	24,9	24,9	25,3	25,1
23	24,2	24,8	25,3	25,3	24,9	24,9	25,3	25,1
Média	25,4	25,2	25,1	25,1	25,0	25,0	25,3	25,1
SOLO GRAMADO								
1	23,1	24,0	24,9	25,7	25,5	25,2	25,5	25,4
3	22,7	23,6	24,5	25,5	25,5	25,2	25,5	25,4
5	22,2	23,2	24,2	25,3	25,5	25,3	25,5	25,4
7	21,9	22,7	23,7	25,0	25,4	25,3	25,5	25,4
9	24,1	23,9	23,9	24,9	25,4	25,4	25,5	25,5
11	26,8	25,9	24,5	24,6	25,3	25,4	25,5	25,5
13	28,4	27,5	25,9	25,0	25,3	25,4	25,5	25,5
15	28,6	28,1	26,8	25,3	25,3	25,4	25,5	25,5
17	27,3	27,3	27,0	25,7	25,2	25,3	25,5	25,4
19	25,8	26,3	26,6	25,9	25,2	25,2	25,5	25,4
21	24,4	25,2	25,9	25,9	25,3	25,2	25,5	25,4
23	23,7	24,6	25,4	25,8	25,4	25,2	25,5	25,4
Média	24,9	25,2	25,3	25,4	25,4	25,3	25,5	25,4

QUADRO 3. — Pôsto meteorológico-agrário da Estação Experimental de Ribeirão Preto, São Paulo, período de 13 a 23 de agosto de 1955. Valores médios horários da temperatura em graus Celsius a diferentes profundidades em solo desnudo, tomada com auxílio de geotermômetros de mercúrio.

Horas	1 cm	2 cm	5 cm	10 cm	20 cm	30 cm	50 cm	70 cm	100 cm
	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
1	15,9	18,1	19,7	21,5	23,5	23,0	22,5	22,4	22,3
2	15,2	17,2	19,0	20,9	23,3	23,0	22,5	22,4	22,3
3	13,9	16,5	18,3	20,3	23,1	23,0	22,5	22,4	22,3
4	13,4	15,8	17,6	19,7	22,9	22,9	22,4	22,4	22,3
5	13,0	15,5	17,3	19,3	22,7	22,9	22,5	22,4	22,3
6	12,9	15,0	16,8	18,8	22,5	22,9	22,5	22,4	22,3
7	14,3	15,0	16,4	18,4	22,4	22,9	22,6	22,4	22,3
8	20,7	17,2	17,3	18,5	22,3	23,0	22,7	22,4	22,3
9	27,8	21,6	20,0	19,6	22,2	23,0	22,7	22,4	22,3
10	35,7	26,0	23,3	21,8	22,1	23,0	22,8	22,4	22,3
11	42,1	30,3	26,5	24,6	22,1	23,0	22,9	22,4	22,3
12	46,4	33,3	29,2	27,2	22,1	23,0	22,9	22,4	22,3
13	48,7	34,0	30,4	29,2	22,2	22,8	22,9	22,5	22,4
14	48,6	33,0	30,8	30,4	22,4	22,8	22,9	22,5	22,4
15	45,5	32,3	31,2	30,6	22,8	22,8	22,9	22,5	22,4
16	38,9	31,6	30,9	29,9	23,1	22,7	22,9	22,5	22,4
17	33,0	30,1	30,0	29,2	23,4	22,7	22,8	22,5	22,4
18	26,8	27,3	28,2	28,1	23,6	22,7	22,7	22,5	22,4
19	23,5	24,7	26,0	26,5	23,8	22,7	22,7	22,5	22,4
20	21,9	23,2	24,4	25,5	23,9	22,8	22,7	22,5	22,4
21	20,4	22,0	23,3	24,4	24,0	22,9	22,6	22,5	22,4
22	19,4	21,0	22,4	23,8	23,9	22,9	22,6	22,5	22,4
23	18,4	20,1	21,6	23,1	23,9	22,9	22,6	22,5	22,4
24	17,2	19,1	20,7	22,4	23,7	23,0	22,6	22,5	22,4
Média	26,4	23,3	23,4	23,9	23,0	22,9	22,7	22,4	22,4

4.2 — CURSO ANUAL

4.2.1 — SOLO DESNUDO

Nas figuras 11 a 13 é representado o curso anual da temperatura do solo desnudo. A figura 11, associada aos quadros 5, 6 e 7, mostra a variação anual em valores médios mensais para as horas 7, 14 e 21, até a profundidade dos 50 cm. Intencionalmente omitiu-se o curso correspondente às demais profundidades.

Durante o período das observações, junho se apresentou como o mês do solo mais frio, e novembro de 1954, fevereiro e setembro de 1955 como os meses de solo mais quente. É curioso notar que em setembro as curvas correspondentes às 14 e às 21 horas, até a profundidade dos 20 cm apresentam valores mais elevados que em outubro e novembro, malgrado estes sejam meses primaveris de dias-luz mais longos, proporcionando ao solo maior

QUADRO 4. Pósto meteorológico da Estação Experimental de Ribeirão Preto, São Paulo, período de 13 a 23 de agosto de 1955. Valores médios horários da temperatura do solo sob diferentes condições de cobertura e a diferenças profundidades, tomada com auxílio de geotermômetros de mercúrio, em graus Celsius.

Horas	Solo gramado										Solo com "mulch"									
	2 cm	5 cm	10 cm	20 cm	30 cm	50 cm	70 cm	100 cm	2 cm	5 cm	10 cm	20 cm	30 cm	50 cm	70 cm	100 cm				
1	17,4	18,2	19,2	19,4	19,2	19,3	20,4	20,6	18,1	19,1	19,9	20,4	20,1	20,1	20,3	20,8				
2	17,0	17,8	18,9	19,3	19,2	19,3	20,4	20,7	17,7	18,8	19,7	20,3	20,2	20,1	20,3	20,8				
3	16,7	17,4	18,7	19,3	19,2	19,3	20,4	20,7	17,4	18,5	19,4	20,2	20,1	20,0	20,4	20,8				
4	16,2	17,0	18,4	19,2	19,2	19,3	20,4	20,7	17,0	18,1	19,2	20,0	20,1	20,0	20,4	20,8				
5	16,0	16,8	18,2	19,1	19,2	19,3	20,4	20,7	16,8	18,0	19,0	20,0	20,1	20,0	20,4	20,8				
6	15,8	16,5	18,0	19,1	19,2	19,3	20,4	20,7	16,5	17,7	18,8	19,9	20,1	20,1	20,4	20,8				
7	15,7	16,4	17,9	19,1	19,2	19,4	20,4	20,6	16,4	17,6	18,6	19,8	20,2	20,1	20,4	20,8				
8	16,2	16,6	17,9	19,1	19,3	19,5	20,4	20,6	16,8	17,6	18,6	19,8	20,2	20,2	20,4	20,8				
9	17,2	17,1	17,9	19,0	19,3	19,6	20,4	20,6	17,7	18,0	18,5	19,8	20,2	20,3	20,4	20,8				
10	18,7	18,1	18,0	19,0	19,4	19,6	20,4	20,6	18,9	18,5	18,7	19,8	20,2	20,4	20,4	20,8				
11	20,4	19,2	18,3	19,0	19,4	19,7	20,4	20,6	20,3	19,4	19,1	19,7	20,2	20,4	20,4	20,8				
12	22,1	20,5	18,7	19,0	19,4	19,7	20,4	20,6	21,4	20,2	19,6	19,7	20,2	20,5	20,4	20,8				
13	23,2	21,5	19,1	19,4	19,4	19,7	20,4	20,6	22,1	20,8	20,0	19,8	20,2	20,5	20,4	20,8				
14	23,9	22,2	19,6	19,1	19,3	19,7	20,4	20,6	22,5	21,2	20,6	19,9	20,2	20,5	20,4	20,8				
15	23,8	22,6	20,0	19,2	19,3	19,7	20,4	20,7	22,4	21,6	21,0	20,0	20,2	20,4	20,4	20,8				
16	23,4	22,6	20,4	19,2	19,3	19,7	20,4	20,7	22,3	21,8	21,3	20,2	20,1	20,4	20,4	20,8				
17	22,8	22,5	20,6	19,3	19,2	19,6	20,5	20,7	22,1	21,8	21,5	20,3	20,1	20,4	20,4	20,8				
18	21,9	21,9	20,8	19,4	19,2	19,5	20,5	20,7	21,6	21,6	21,5	20,4	20,0	20,3	20,4	20,8				
19	20,8	21,1	20,6	19,4	19,1	19,5	20,4	20,7	20,9	21,2	21,4	20,5	20,0	20,2	20,4	20,8				
20	20,0	20,5	20,4	18,5	19,1	19,4	20,4	20,7	20,3	20,9	21,2	20,6	20,1	20,2	20,4	20,8				
21	19,4	20,0	20,2	19,6	19,2	19,5	20,4	20,6	19,8	20,5	21,0	20,6	20,1	20,2	20,4	20,8				
22	18,9	19,5	20,0	19,6	19,2	19,4	20,4	20,6	19,4	20,2	20,7	20,6	20,2	20,2	20,4	20,8				
23	18,5	19,1	19,7	19,5	19,2	19,4	20,4	20,6	19,0	19,9	20,5	20,5	20,2	20,2	20,4	20,8				
24	18,0	18,7	19,5	19,5	19,2	19,4	20,4	20,6	18,6	19,5	20,2	20,5	20,2	20,2	20,4	20,8				
Média	19,3	19,3	19,2	19,2	19,2	19,5	20,4	20,6	19,4	19,7	20,0	20,1	20,2	20,2	20,4	20,8				

quantidade de cal/cm², na ausência de fatores limitantes. Essa ocorrência se explica pelo fato de durante o mês quente e seco de setembro a evaporação do solo ter sido menor que durante os meses quentes e úmidos de outubro e novembro. Em consequência, o consumo da energia absorvida pelo solo no processo da evaporação foi pequeno em setembro, permitindo fôsse em sua maior parte transformada em calor sensível, enquanto que, em outubro e novembro verificou-se o contrário.

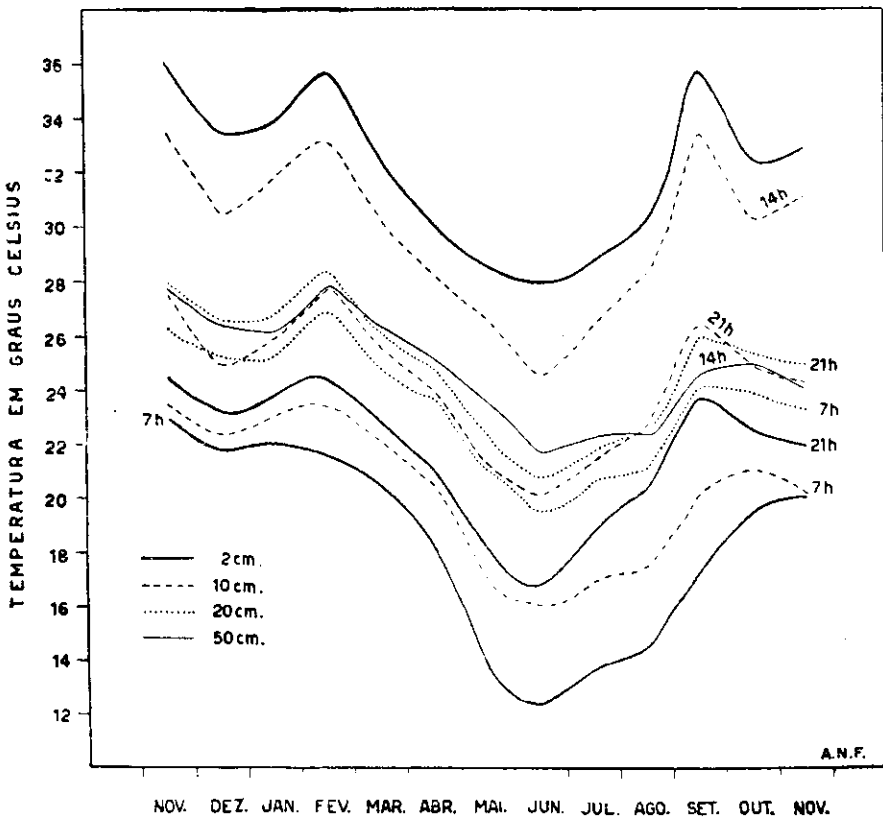


Figura 11 — Curso Anual de temperatura média do solo desnudo, em graus Celsius, para diferentes profundidades, às 7, 14 e 21 — hora legal. Período de novembro de 1954 a novembro de 1955. Pôsto Meteoro-Agrário da Estação Experimental de Ribeirão Preto, São Paulo.

Abandonando-se, por suspeição de erro instrumental, os valores das temperaturas aos 100 cm de profundidade, fêz-se representar através de médias decendiais (figuras 12 e 13) o curso anual da temperatura às profundidades de 2 a 70 cm às diversas horas

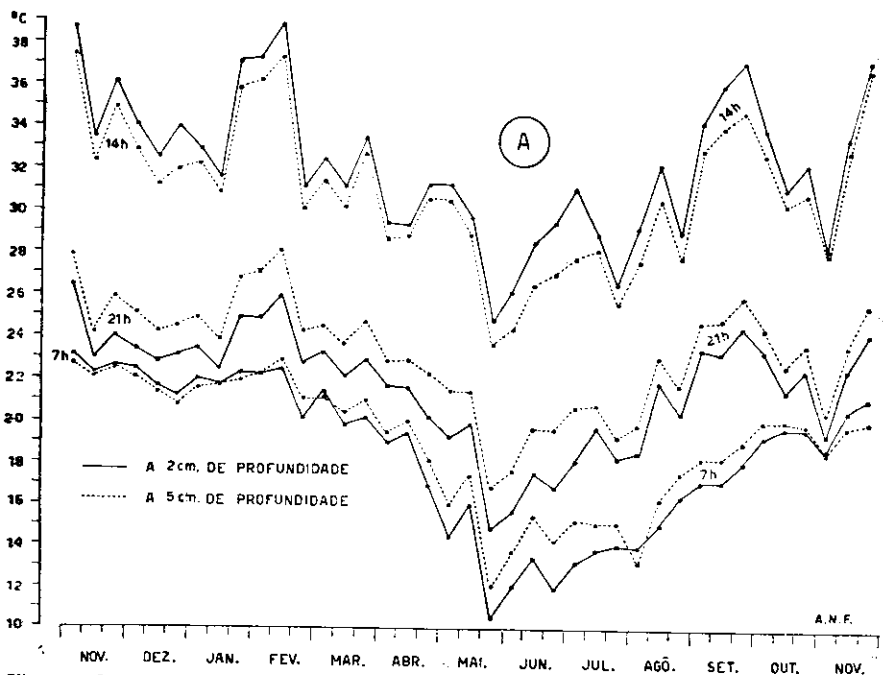
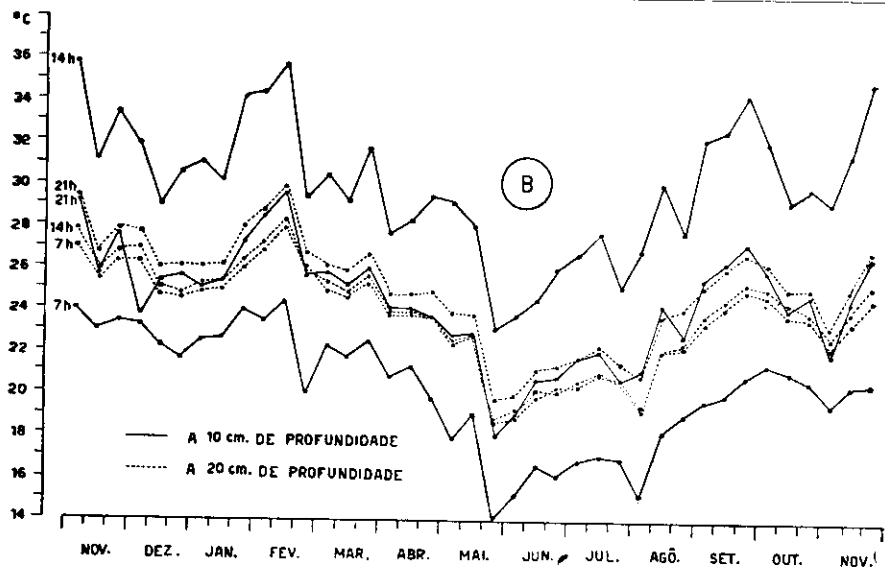


Figura 12 — Temperatura média do solo, em graus Celsius, para diversos decênios do período novembro de 1954 a novembro de 1955, durante horas diversas de observações em solo desnudo. Pósto Meteorológico da Estação Experimental de Ribeirão Preto, São Paulo. **A** — Temperatura às profundidades de 2 a 5 cm. **B** — Temperatura às profundidades de 10 a 20 cm.

de observação. Como era de se esperar, as temperaturas mais elevadas ocorreram nas camadas mais próximas da superfície.

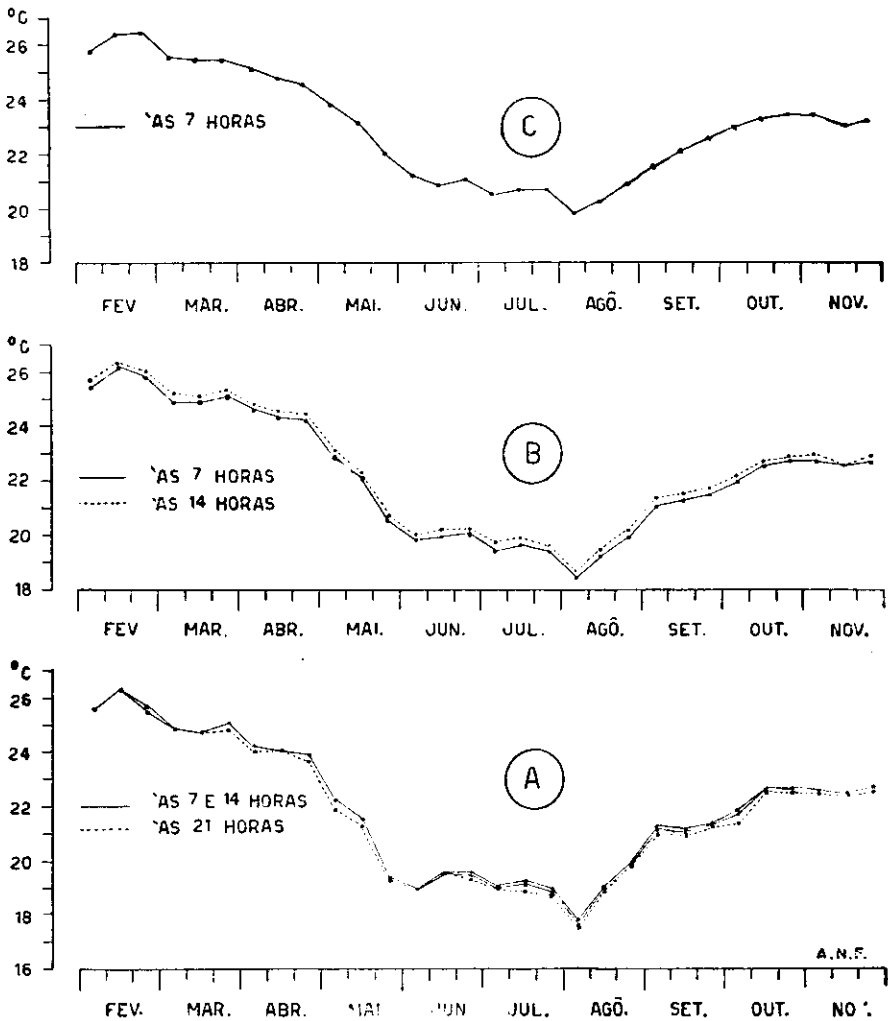


Figura 13 — Temperatura média do solo, em graus Celsius, para os diversos decêndios do período novembro de 1954 a novembro de 1955, durante horas diversas de observação em solo desnudo. Pôsto Meteoro-Agrário da Estação Experimental de RibeirãoPrêto, São Paulo. A — Temperatura à profundidade de 30 cm. B — Temperatura à profundidade de 50 cm. C — Temperatura à profundidade de 70 cm.

Os decêndios em que o solo se apresentou mais aquecido foram o primeiro de novembro de 1954, o último de janeiro, os dois primeiros de fevereiro, os de setembro e o último de novembro de 1955. De setembro a abril inclusive, as médias decendiais.

as quais oscilaram entre os valores de 16,9 e 38,8°C, mostraram-se elevadas, principalmente às 14 horas, quando se verificaram temperaturas de até 44,2, 41,6, 39,2 e 29,4°C, às profundidades de 2, 5, 10 e 20 cm, respectivamente. Os três primeiros valores ocorreram no dia 18 e o último no dia 20 de fevereiro de 1955. Para os demais meses as médias decendiais ficaram compreendidas entre os valores iguais a 10,5 e 32,2°C, correspondentes ao terceiro decênio de maio e ao segundo de agosto, respectivamente.

As mais baixas médias decendiais ocorreram no terceiro decênio do mês de maio que, no entanto, apresentou, para qualquer das profundidades consideradas, média mensal mais elevada que o do mês de junho, em virtude dos valores altos correspondentes aos dois primeiros decênios, fato que mostra perigo de se considerarem somente os valores de médias mensais. As mais baixas temperaturas, não obstante, ocorreram às 7 horas dos dias de geada, 1 e 2 de agosto de 1955, quando aos 2, 5, 10 e 20 cm registraram-se valores respectivamente iguais, 6,4, 8,0, 10,5 e 16,6°C para o dia 1.º, e 6,6, 8,4, 11,0 e 16,8°C para o dia 2, o que aos 30 cm ocorreu somente às 21 horas, com valores iguais a 18,4 e 18,5°C, evidenciando que a penetração do frio se fez rápida somente até aos 20 cm. A mínima às profundidades de 50 e 70 cm verificou-se com um atraso de 48 horas, isto é, a 4 de agosto, quando as temperaturas alcançaram valores de 20,2 e 21,1°C, respectivamente.

Até aos 10 cm a temperatura apresentou grandes variações compreendidas entre os mais altos valores observados às 14 horas e os mais baixos às 7 horas. Aos 20 cm, no entanto, essas variações são contidas entre valores próximos, mais elevados às 21 horas e mais baixos às 7 horas. A partir dessa profundidade as variações são praticamente desprezíveis. As diferenças decendiais extremas decrescem rapidamente até aos 10 cm. Aos 2 cm o seu valor foi de 28,3°C, aos 5 cm, 25,4°C, aos 10 cm, 21,9°C, aos 20 cm, 11,2°C, aos 30 cm, 8,4°C, aos 50 cm, 7,5°C e aos 70 cm, 6,8°C; variações curiosas, quando se tem conhecimento de que no tipo de solo terra-roxa-legítima, 80% do sistema radicular do cafeeiro está contido até a profundidade de 50 cm segundo Franco e Inforzato (7).

Do exposto verifica-se que tanto na estação das águas como na estação seca ocorreram grandes variações geotérmicas, fato importante quando se tem conhecimento de que, de acordo com os trabalhos de Went, citados por Whyte (30), as plantas requerem grandes amplitudes térmicas para o desenvolvimento e produção, exigindo muitas, porém, durante à noite, ação de temperaturas baixas.

Admitindo-se como limite superior das temperaturas baixas aquela em que a transpiração vegetal cai rapidamente, 13°C segundo Weaver & Clements (29) e como limite inferior das temperaturas elevadas aquela em que se inicia a morte térmica da maioria das plantas cultivadas, 45°C segundo Robbins, Graft & Raynor (20), organizou-se o quadro 8, pelo qual se verifica que temperaturas iguais ou inferiores a 13°C ocorreram cêrca de 75 vêzes até os 10 cm e iguais ou superiores a 40°C cêrca de 34 vêzes até os 5 cm.

Completando as considerações que se vem fazendo, a figura 14 mostra, em função das médias mensais, os tautócronos para os diversos meses às 7 e às 14 horas, apenas. A figura permite verificar que as grandes variações ocorrem sômente até aos 20 cm. A partir dessa profundidade tôdas as linhas tornam-se quase perpendiculares ao eixo das abcissas e, em consequência paralelas entre si, excetuando-se as correspondentes ao mês de maio, que se apresentaram bastante inclinadas em relação às demais, num crescente constante de temperatura com a profundidade. Isto significa que, excetuando maio, as diferenças mensais de temperatura entre as profundidades de 70 e 20 cm são muito pequenas. Em maio, essa diferença alcançou o valor de 3°C. Evidentemente, essa grande diferença ocorreu em virtude dos altos valores apresentados a partir dos 20 cm, nos dois primeiros decêndios do referido mês, como bem se verifica no quadro 5. O mês de temperaturas mais elevadas foi praticamente o de fevereiro, pois, acima dos 10 cm são mínimas as diferenças entre os valores dêsse mês e o de novembro de 1954. O mês de temperaturas mais baixas foi o de junho. É curioso notar que as geotérmicas correspondentes aos meses de junho, julho e agosto, se apresentam grupadas em tôrno de um eixo de figura aos 21,5°C, aproximadamente, enquanto que as geotérmicas correspondentes aos meses de setembro, outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março e abril, constituem outro grupo, cujo eixo de figura está em tôrno dos 26,0°C.

A geotérmica correspondente a maio, inicialmente grupada a aquelas referentes a junho, julho e agosto, parece representar uma curva de transição térmica. Pelo menos dos 20 aos 70 cm de profundidade se afasta muito daquelas referentes a abril e junho.

A figura 14 evidencia êsses dois grupos que dos 20 aos 70 cm estão interligados pelas geotérmicas correspondentes ao mês de maio.

A figura 14 e o quadro 9 que mostra para a observação das 7 horas as diferenças das temperaturas médias de um para outro

QUADRO 5. — Pósto meteorológico-agrário da Estação Experimental de Ribeirão Preto, São Paulo, solo desnudo. Valores da temperatura em graus Celsius, a diferentes profundidades, tomada com auxílio de geotermômetros de mercúrio às 7 horas, para os diferentes decêndios do período de novembro de 1954 a novembro de 1955.

Meses e decêndios		2 cm	5 cm	10 cm	20 cm	30 cm	50 cm	70 cm
		°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
Novembro ...	1.º ...	23,1	22,7	24,0	27,0	27,4	26,5	25,9
	2.º ...	22,2	22,1	23,0	25,4	26,3	26,6	26,4
	3.º ...	26,6	22,5	23,4	26,2	26,7	26,5	26,3
Média		22,9	22,7	23,5	26,2	26,8	26,6	26,2
Dezembro ...	1.º ...	22,5	22,1	23,2	26,3	27,2	27,2	27,1
	2.º ...	21,6	21,4	22,2	24,7	25,5	26,0	26,4
	3.º ...	21,2	20,8	21,6	24,5	25,3	25,6	26,6
Média		21,8	21,4	22,3	25,2	26,0	26,3	26,5
Janeiro	1.º ...	22,0	21,6	22,5	24,8	25,3	25,4	25,9
	2.º ...	21,7	21,7	22,6	24,9	25,7	25,9	26,4
	3.º ...	22,2	22,0	23,9	25,9	26,4	26,1	26,3
Média		22,0	21,7	23,0	25,2	25,8	25,8	26,2
Fevereiro	1.º ...	22,2	22,2	23,4	26,8	27,5	27,2	27,4
	2.º ...	22,5	22,9	24,3	27,9	23,6	28,1	28,2
	3.º ...	20,1	21,1	22,5	25,9	27,0	27,6	28,2
Média		21,6	22,1	23,4	26,9	27,7	27,6	27,9
Março	1.º ...	21,4	21,2	22,2	24,8	25,5	26,0	26,6
	2.º ...	19,8	20,4	21,7	24,5	25,3	25,8	26,2
	3.º ...	20,2	21,0	22,4	25,2	25,9	26,0	26,3
Média		20,5	20,9	22,1	24,8	25,6	25,9	26,4
Abril	1.º ...	19,0	19,5	20,7	23,7	24,5	25,2	25,9
	2.º ...	19,4	20,0	21,2	23,7	24,5	24,9	23,5
	3.º ...	16,9	18,1	19,7	23,6	24,5	24,9	25,4
Média		18,4	19,2	20,5	23,7	24,5	25,0	25,6
Maio	1.º ...	14,4	16,0	17,8	22,3	23,6	24,2	24,9
	2.º ...	16,9	17,4	19,0	22,6	23,6	24,1	24,6
	3.º ...	10,5	12,0	14,0	18,6	20,3	21,9	23,0
Média		13,6	15,1	16,9	21,2	22,5	23,4	24,2
Junho	1.º ...	12,0	13,7	15,2	18,8	20,0	21,1	21,8
	2.º ...	13,4	15,4	16,6	19,8	20,8	21,3	21,7
	3.º ...	11,9	14,2	16,1	20,2	21,2	21,8	22,2
Média		12,4	14,4	16,0	19,6	20,7	21,4	21,9
Julho	1.º ...	13,2	15,2	16,8	20,3	21,2	21,5	21,9
	2.º ...	13,8	15,1	17,0	20,8	21,7	22,0	22,3
	3.º ...	14,0	15,1	16,9	20,6	21,6	22,1	22,4
Média		13,7	15,1	16,9	20,6	21,5	21,9	22,2
Agosto	1.º ...	11,9	13,2	15,1	19,2	20,2	20,8	21,4
	2.º ...	15,0	16,3	18,1	22,2	22,5	22,2	22,1
	3.º ...	16,4	17,5	18,9	22,1	22,8	22,9	22,9
Média		14,4	15,7	17,4	21,1	21,8	22,0	22,1
Setembro	1.º ...	17,1	18,2	19,6	23,4	23,8	23,3	23,2
	2.º ...	17,1	18,2	19,9	24,1	24,8	24,3	24,2
	3.º ...	18,0	19,0	20,8	24,9	25,3	24,9	24,8
Média		17,4	18,5	20,1	24,1	24,6	24,2	24,1
Outubro	1.º ...	19,2	20,0	21,4	24,7	25,4	25,3	25,3
	2.º ...	19,7	20,0	21,0	23,7	24,7	24,9	25,2
	3.º ...	19,7	19,8	20,6	23,6	24,1	24,2	24,8
Média		19,5	19,9	21,0	24,0	24,6	24,8	25,1
Novembro ...	1.º ...	18,5	18,6	19,5	22,2	23,1	23,6	24,4
	2.º ...	20,5	19,7	20,4	23,4	23,9	23,8	24,2
	3.º ...	21,0	20,0	20,5	24,5	25,1	24,7	25,0
Média		20,0	19,4	20,1	23,3	24,0	24,0	24,5

QUADRO 6. — Pôsto meteorológico da Estação Experimental de Ribeirão Preto, São Paulo, solo desnudo. Valores da temperatura em graus Celsius, a diferentes profundidades, tomada com auxílio de geotermômetros de mercúrio às 14 horas, para os diferentes decêndios do período de novembro de 1954 a novembro de 1955.

Meses e decêndios		2 cm	5 cm	10 cm	20 cm	30 cm	50 cm	70 cm
		°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
Novembro ...	1.º	38,7	37,4	35,9	27,8	27,2	26,7	26,1
	2.º	33,4	32,3	31,1	25,9	26,1	26,7	26,5
	3.º	36,1	34,9	33,4	26,8	26,5	26,7	26,4
Média		36,0	34,9	33,5	26,8	26,6	26,7	26,3
Dezembro ..	1.º	34,0	32,9	31,9	26,9	26,8	27,2	27,2
	2.º	32,5	31,2	29,0	25,1	25,2	26,1	26,4
	3.º	33,9	31,9	30,5	24,8	25,1	25,7	26,0
Média		33,5	32,0	30,5	25,6	25,7	26,3	26,5
Janeiro ...	1.º	32,9	32,2	31,0	25,2	25,2	25,9	26,0
	2.º	31,5	30,8	30,1	25,3	25,5	26,2	26,4
	3.º	37,1	35,8	34,1	26,3	26,1	26,2	26,3
Média		33,8	33,0	31,7	25,6	25,6	26,1	26,2
Fevereiro	1.º	37,2	36,1	34,3	27,1	27,1	27,3	27,4
	2.º	38,8	37,3	35,7	28,3	28,3	28,3	28,2
	3.º	31,1	30,1	29,3	25,8	26,5	27,7	28,1
Média		35,7	34,5	33,1	27,1	27,3	27,8	27,9
Março	1.º	32,5	31,4	30,3	25,2	25,4	26,7	26,6
	2.º	31,1	30,2	29,1	24,7	25,1	25,9	26,2
	3.º	33,5	32,7	31,7	25,5	25,7	26,2	26,3
Média		32,4	31,4	30,3	25,1	25,4	26,3	26,4
Abril	1.º	29,4	28,7	27,6	23,8	24,4	25,3	25,9
	2.º	29,3	28,8	28,2	23,9	24,3	24,9	25,5
	3.º	31,3	30,6	29,4	23,6	24,3	25,2	25,4
Média		30,0	29,4	28,4	23,8	24,3	25,1	25,6
Maio	1.º	31,2	30,5	29,1	22,5	23,3	24,5	24,9
	2.º	29,8	28,9	28,0	22,7	23,4	24,3	24,6
	3.º	24,8	23,7	23,0	18,7	20,2	22,2	22,9
Média		28,6	27,7	26,7	21,3	22,3	23,7	24,1
Junho	1.º	26,2	24,4	23,7	19,1	19,9	21,3	21,8
	2.º	28,5	26,5	24,2	20,1	20,7	21,6	21,7
	3.º	29,4	27,0	25,9	20,1	21,1	22,1	22,2
Média		28,0	26,0	24,6	19,8	20,6	21,7	21,9
Julho	1.º	31,1	27,8	26,6	20,5	21,1	21,8	21,9
	2.º	28,9	28,2	27,6	20,9	21,6	22,4	22,3
	3.º	26,5	25,6	25,0	20,5	21,4	22,3	22,4
Média		28,8	27,2	26,4	20,6	21,4	22,2	22,2
Agosto	1.º	29,2	27,6	26,8	19,3	20,1	21,2	21,4
	2.º	32,2	30,5	30,0	22,0	22,3	22,6	22,2
	3.º	28,9	27,8	27,6	22,1	22,6	23,1	22,9
Média		30,1	28,6	28,1	21,1	21,7	22,3	22,2
Setembro	1.º	34,1	32,9	32,1	23,6	23,6	23,6	23,2
	2.º	36,0	34,0	33,5	24,4	24,5	24,6	24,3
	3.º	37,1	34,7	34,2	25,2	25,1	25,2	24,8
Média		35,7	33,9	33,3	24,4	24,4	24,5	24,1
Outubro	1.º	33,9	32,7	32,0	25,0	25,2	25,5	25,3
	2.º	31,0	30,3	29,2	24,3	24,5	25,0	25,1
	3.º	32,2	30,9	29,8	23,8	24,0	24,4	24,7
Média		32,4	31,3	30,3	24,4	24,6	25,0	25,0
Novembro ...	1.º	28,2	28,0	27,1	22,6	22,9	23,7	24,3
	2.º	33,5	32,9	31,4	23,9	23,7	23,8	24,2
	3.º	37,1	36,7	34,8	25,1	24,8	24,9	25,1
Média		32,9	32,5	31,1	23,8	23,8	24,1	24,5

QUADRO 7. — Pôsto meteorológico da Estação Experimental de Ribeirão Preto, São Paulo, solo desnudo. Valores da temperatura em graus Celsius, a diferentes profundidades, tomada com auxílio de geotermômetros de mercúrio às 21 horas, para os diferentes decêndios do período de novembro de 1954 a novembro de 1955.

Meses e decêndios		2 cm	5 cm	10 cm	20 cm	30 cm	50 cm	70 cm
		°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
Novembro ...	1.º	26,4	27,8	29,2	29,3	27,8	26,5	26,1
	2.º	22,9	24,1	25,6	26,7	26,3	26,4	26,4
	3.º	24,0	25,8	27,6	27,9	26,9	26,4	26,4
	Média	24,4	25,9	27,5	27,9	27,0	26,4	26,3
Dezembro ...	1.º	23,4	25,1	23,8	27,7	27,1	27,1	27,1
	2.º	22,8	24,2	25,4	26,0	25,5	25,7	26,4
	3.º	23,1	24,5	25,6	26,0	25,3	25,5	26,1
	Média	23,1	24,6	24,9	26,6	26,0	26,1	26,5
Janeiro	1.º	23,4	24,9	25,0	26,0	25,4	25,4	26,0
	2.º	22,5	23,9	25,3	26,1	25,6	25,8	26,3
	3.º	24,9	26,8	27,2	28,0	26,5	26,1	26,3
	Média	23,6	25,2	25,8	26,7	25,8	25,8	26,2
Fevereiro ...	1.º	24,8	27,0	28,5	28,7	27,4	27,1	27,4
	2.º	25,9	28,1	29,5	29,8	28,4	27,7	28,1
	3.º	22,8	24,3	25,6	26,5	26,4	27,4	28,1
	Média	24,5	26,5	27,9	28,3	28,1	27,4	27,9
Março	1.º	23,3	24,5	25,7	26,0	25,6	25,9	26,5
	2.º	22,1	23,7	25,1	25,8	25,3	25,6	26,1
	3.º	22,9	24,7	25,9	26,6	25,8	26,0	26,3
	Média	22,8	24,3	25,6	26,1	25,6	25,8	26,3
Abril	1.º	21,7	22,9	24,0	24,7	24,4	25,1	25,8
	2.º	21,6	22,9	24,0	24,7	24,3	24,9	25,5
	3.º	20,2	22,1	23,6	24,8	24,3	24,8	25,4
	Média	21,2	22,6	23,9	24,7	24,3	24,9	25,6
Maio	1.º	19,2	21,5	22,7	23,8	23,4	24,2	24,9
	2.º	19,9	21,4	22,8	23,7	23,4	24,1	24,6
	3.º	14,8	16,8	18,0	19,7	20,1	21,8	22,9
	Média	18,0	19,9	21,2	22,4	22,3	23,4	24,1
Junho	1.º	15,7	17,6	19,0	19,9	19,9	21,0	21,8
	2.º	17,5	19,7	20,6	21,1	20,9	21,3	21,7
	3.º	16,8	19,6	20,7	21,3	21,0	21,7	22,1
	Média	16,7	19,0	20,1	20,8	20,6	21,3	21,9
Julho	1.º	18,1	20,7	21,7	21,7	21,2	21,6	21,9
	2.º	19,7	20,8	22,0	22,2	21,7	22,1	22,3
	3.º	18,2	19,3	20,6	21,4	21,2	22,0	22,3
	Média	18,7	20,3	21,4	21,8	21,4	21,9	22,2
Agosto	1.º	18,5	19,8	21,0	20,9	20,2	20,9	21,4
	2.º	21,9	23,1	24,2	23,7	22,5	22,3	22,2
	3.º	20,4	21,7	22,7	23,0	22,5	22,8	22,9
	Média	20,3	21,5	22,6	22,5	21,7	22,0	22,3
Setembro ...	1.º	23,5	24,7	25,4	25,1	23,8	23,4	23,3
	2.º	23,3	24,8	26,2	26,0	24,7	24,3	24,3
	3.º	24,5	25,9	27,2	26,7	25,3	24,8	24,8
	Média	23,7	25,1	26,3	25,9	24,6	24,2	24,1
Outubro	1.º	23,4	24,5	25,9	26,2	25,3	24,9	25,3
	2.º	21,5	22,7	24,0	25,0	24,6	24,8	25,1
	3.º	22,5	23,7	24,7	25,0	24,1	24,2	24,7
	Média	22,5	23,6	24,9	25,4	24,7	24,6	25,0
Novembro ...	1.º	19,3	20,5	21,9	23,2	23,0	23,5	24,3
	2.º	22,5	23,6	24,5	25,0	24,0	23,7	24,3
	3.º	24,2	25,6	26,6	26,8	25,2	24,7	25,1
	Média	22,0	23,2	24,3	25,0	24,1	24,0	24,6

QUADRO 8. — Pôsto meteorológico da Estação Experimental de Ribeirão Preto, São Paulo. Número de ocorrências de temperaturas iguais ou inferiores a 13°C e iguais ou superiores a 40°C em solo desnudo, durante os decêndios do período de novembro de 1954 a novembro de 1955.

Meses e decêndios	△ 13°C			△ 40°C	
	2 cm	5 cm	10 cm	2 cm	5 cm
Novembro . {	1.º	—	—	4	—
	3.º	—	—	1	—
Dezembro . {	1.º	—	—	1	—
	3.º	—	—	1	—
Janeiro ...	3.º	—	—	3	—
Fevereiro . {	1.º	—	—	4	2
	2.º	—	—	6	4
Maio	1.º	2	—	—	—
	2.º	1	—	—	—
	3.º	8	7	5	—
Junho {	1.º	7	5	1	—
	2.º	3	1	—	—
	3.º	6	4	—	—
Julho	1.º	5	—	—	—
	2.º	2	—	—	—
	3.º	4	1	—	—
Agôsto {	1.º	5	4	2	—
	2.º	2	—	—	—
Outubro ..	2.º	—	—	1	—
Novembro .	3.º	—	—	4	2

mês, permite reconhecer que para aquela zona ocorrem somente duas estações climáticas bem definidas, uma quente e úmida de setembro a abril e outra fresca e seca de junho a agosto, separadas por uma curta estação intermediária em maio. Não se pos-

suindo, infelizmente, uma série longa para melhores estudos, êsse fato, no entanto, parece mostrar um valioso subsídio às observações de Oliveira (17) em 1928, de Maack (14) em 1948 e de Schroeder (22) em 1955, que reconheceram no Estado de São Paulo as duas citadas estações climáticas, definindo-as antes pelo regime pluviométrico que pela temperatura do ar.

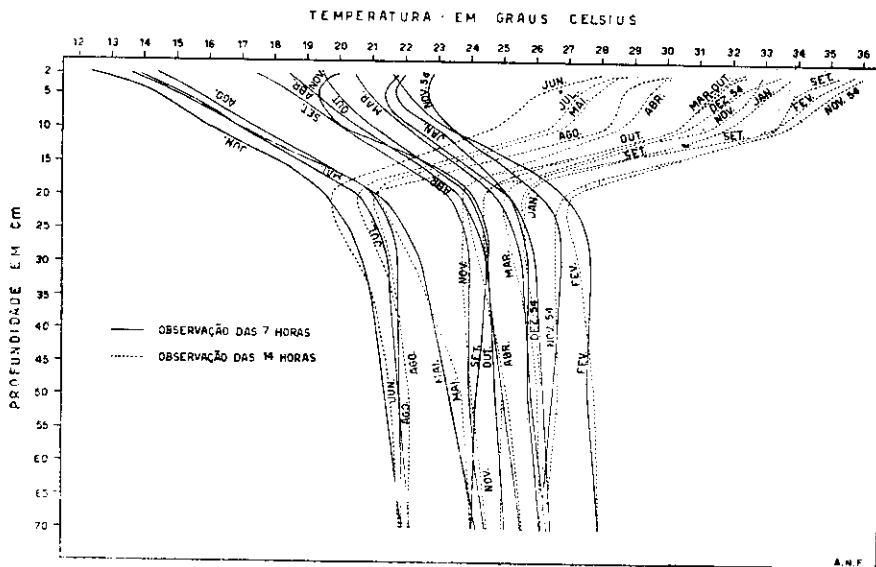


Figura 14 — Tautócronos da temperatura média do solo desnudo, em graus Celsius, para os meses de novembro de 1954 a novembro de 1955, às horas de observação 7 e 14. Pósto Meteorológico-Agrário da Estação Experimental de Ribeirão Preto, São Paulo.

4.2.2 — SOLOS RECOBERTOS

O curso anual da temperatura dos solos recobertos é representado através das figuras 15 a 19 e dos quadros 13 a 18. O aspecto geral das curvas representativas das temperaturas às diversas profundidades é o mesmo que para o solo desnudo, mostrando apenas amplitudes menores, o que permite maior aproximação das curvas entre si. Nas figuras 15 e 16, representou-se o curso das temperaturas do solo recoberto com "mulch" capim gordura, para as diferentes profundidades. As diferenças decenais extremas para as profundidades de 2, 5, 10, 20, 30, 50 e 70

QUADRO 9 — Pôsto meteorológico-agrário da Estação Experimental de Ribeirão Preto, São Paulo. Diferenças consecutivas de temperaturas médias do solo desnudo, em graus Celsius, entre os meses de novembro de 1954 a novembro de 1955, para a observação das 7 horas.

Meses	Diferenças de temperaturas médias a						
	2 cm	5 cm	10 cm	20 cm	30 cm	50 cm	70 cm
	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
Nov — Dez	1,1	1,3	1,2	1,0	0,8	0,3	-0,3
Dez — Jan	0,2	0,3	0,7	0,0	0,2	0,5	0,3
Jan — Fev	0,4	-0,4	-0,4	-1,7	-1,9	-1,8	-1,7
Fev — Mar	1,1	1,2	1,3	2,1	2,1	1,7	1,5
Mar — Abr	2,1	1,7	1,6	1,1	1,1	0,9	0,8
Abr — Mai	4,8	4,1	3,6	2,5	2,0	1,6	1,4
Mai — Jun	1,2	0,7	0,9	1,6	1,8	2,0	2,3
Jun — Jul	-1,3	-0,7	-0,9	-1,0	-0,8	-0,5	-0,3
Jul — Ago	-0,7	-0,6	-0,5	-0,5	-0,3	-0,1	0,1
Ago — Set	-3,0	-2,8	-2,7	-3,0	-2,8	-2,2	-2,0
Set — Out	-2,1	-1,4	-0,9	0,1	0,0	-0,6	-1,0
Out — Nov	-0,5	0,5	0,9	1,7	0,6	0,8	0,6

cm, foram respectivamente, iguais a 17,5, 14,8, 11,7, 9,0, 8,7, 7,9, e 6,7°C, (quadros 13 a 15). Essas diferenças são inferiores àquelas correspondentes ao solo desnudo, até a profundidade dos 20 cm de quantidades iguais a 10,8, 10,6, 10,2 e 1,6°C, e superiores dos 30 aos 50 cm de quantidades iguais a 0,3 e 0,4°C, respectivamente. Aos 70 cm a diferença torna-se inferior novamente, de quantidade igual a 0,1°C. No entanto, dos 20 aos 70 cm, o solo com a cobertura morta apresenta temperaturas médias, àquelas horas de observação, inferiores àquelas do solo desnudo. Acima dos 20 cm esse comportamento é diferente (figura 17). Assim, às 7 horas, aos 2 e aos 5 cm de profundidade, os valores médios mensais da temperatura do solo com o "mulch" são superiores a aqueles do solo desnudo, excetuando-se o mês de setembro, aos 5 cm quando as temperaturas se igualam. Aos 10 cm essa ocorrência se verifica até o mês de julho e de outubro a novembro; os valores para os meses de agosto e setembro, são inferiores a aqueles do solo desnudo.

As 21 horas, aos 2 cm os valores médios mensais da temperatura do solo com o "mulch" são superiores a aquêles referentes ao solo desnudo, sômente até o mês de junho, a partir do qual se tornam inferiores até outubro, para em novembro retomar o caráter anterior; nos 5 cm esta ocorrência acontece para os meses de março e abril, apresentando-se inferiores para os demais meses; e aos 10 cm excetuando-se o mês de abril, todos os demais apresentam valores inferiores a aquêles correspondentes ao solo desnudo (figura 17). Essa exposição mostra que durante o arco noturno ou pelo menos parte dêle, os solos recobertos foram mais aquecidos que o desnudo, o que parece lógico, não obstante os valores médios mensais calculados através da média aritmética das três observações efetuadas, à falta de melhor equação, indicarem serem êles constantemente mais frios que o solo desnudo, à semelhança dos resultados encontrados por Baier (2), no hemisfério norte.

Os mais baixos valores médios mensais ocorreram no mês de agosto, exceção feita para os 5 cm, em que essa ocorrência se verificou em julho, com uma diferença de 0,1°C. Aliás, os valores médios mensais de agosto são praticamente iguais aos de julho, mês em que as médias decendiais se apresentaram com muita uniformidade, o que não ocorreu em agosto, em virtude dos baixos valores do primeiro decêndio. Os mais altos valores médios de temperatura verificaram-se em fevereiro, à semelhança do que ocorreu no solo desnudo, pelo menos dos 20 aos 70 cm. Curioso ainda é notar que dos 2 aos 10 cm o solo com a cobertura morta tem sua amplitude muito reduzida em relação ao solo desnudo, enquanto que dos 20 aos 70 cm de profundidade as amplitudes se assemelham.

Os tautócronos das temperaturas médias do solo com a cobertura morta são mostrados na figura 18, para as observações das 7 e 14 horas apenas. Por essa figura à semelhança da figura 14, continua-se verificando que aos 20 cm situa-se o horizonte geotérmico de transição, limite das grandes oscilações de temperatura. Para as profundidades maiores, os valores médios para os diversos meses pouco se diferenciam, à semelhança do que ocorre com o solo desnudo. Outrossim, observam-se dois grupos de curvas, um de fevereiro a outubro com o eixo de figura por volta dos 24,0°C, e outro de junho a agosto com o eixo em redor dos 18,5°C. O vazio que o primeiro grupo apresenta entre abril e novembro é compreensível pela falta das curvas correspondentes aos meses de dezembro e janeiro.

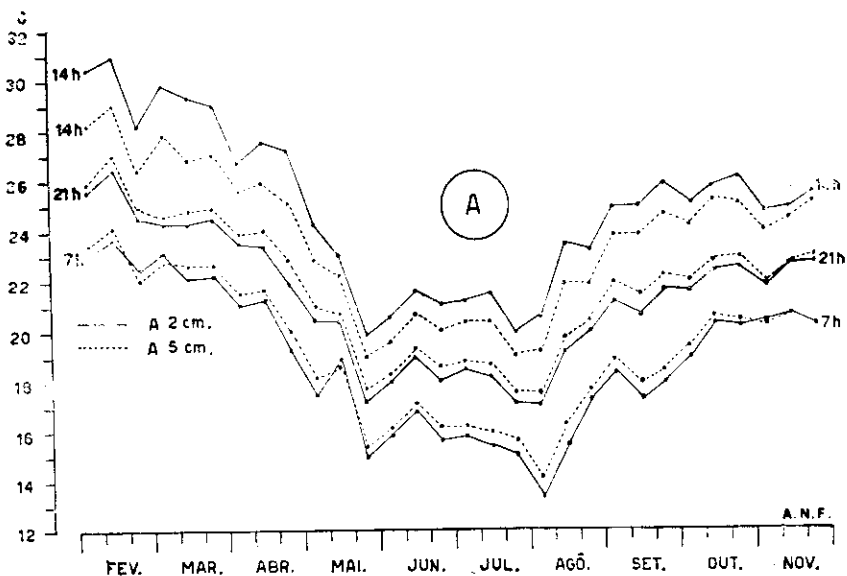
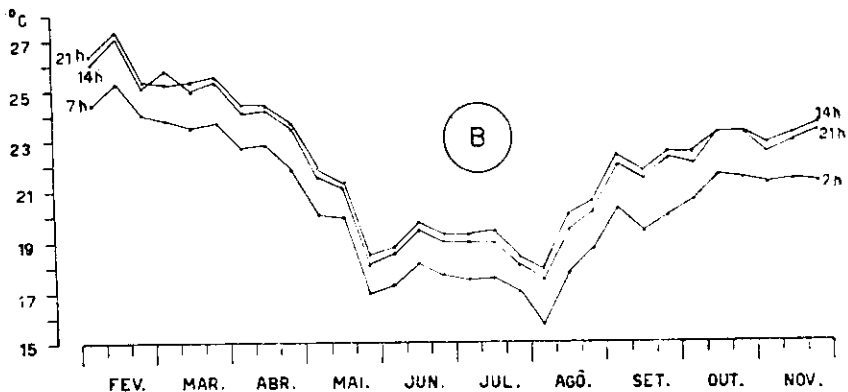
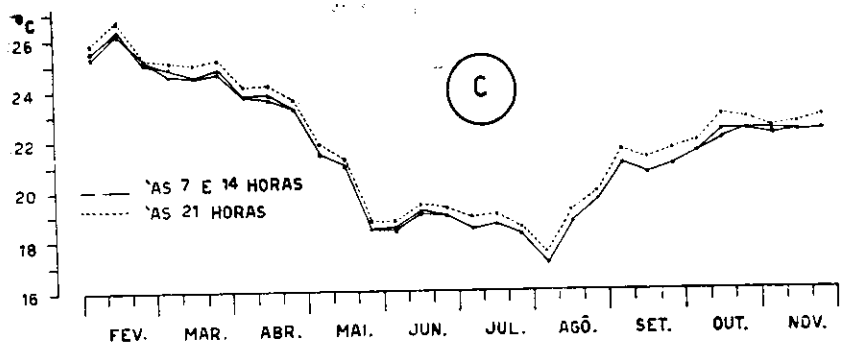


Figura 15 — Temperatura média do solo, em graus Celsius, para as diversas décadas do período fevereiro-novembro de 1955, durante horas diversas de observação em solo recoberto com "mulch" de capim gordura. Pôsto Meteorológico-Agrário da Estação Experimental de Ribeirão Preto, São Paulo.
 A — a 2 e 5 cm de profundidade. B — a 10 cm de profundidade. C — a 20 cm de profundidade.

Semelhante à figura 18, apresenta-se a figura 19, referente ao solo gramado. Em qualquer das figuras 18 ou 19, as geotérmicas de maio compreendidas entre os dois grupos de curvas se encontram muito afastadas das curvas correspondentes a junho e a abril, à semelhança do que ocorreu em solo desnudo.

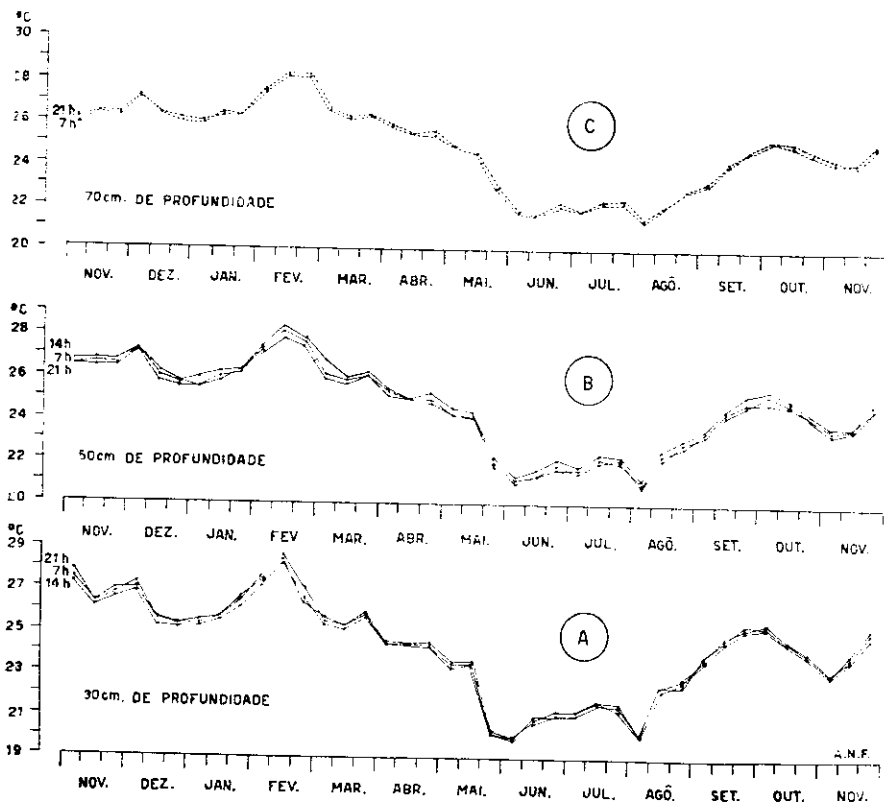


Figura 16 — Temperaturas médias do solo, em graus Celsius, para as diversas décadas do período de fevereiro a novembro de 1955, durante horas diversas de observação, em solo recoberto com "mulch" de capim gordura. Posto Meteorológico da Estação Experimental de Ribeirão Preto.
A — profundidade de 30 cm. B — profundidade de 70 cm.

Complementando as considerações feitas até aqui, estabeleceu-se a análise da variância, conquanto se possa fazer restrições a sua aplicação no caso em tela. Tomando-se para cada hora de observação e para cada profundidade, durante as diversas décadas de fevereiro a novembro de 1955, as diferenças de temperatura entre o solo desnudo e o solo com a cobertura morta, e estabelecendo-se que as profundidades são os tratamentos e os decêndios as repetições, obtiveram-se os quadros 10 a 12, os quais indicam que as diferenças de temperaturas entre o solo

desnudo e o solo com a cobertura morta, variam diferentemente com a profundidade e com os decêndios, e que os decêndios e as profundidades parecem se comportar diferentemente no solo desnudo e no solo com a cobertura morta, segundo indicam os altos valores do coeficiente de variação.

QUADRO 10. — Análise da variância correspondente à observação das 7 horas.

Influência	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Decêndios	29	15 357	530	22,083***
Profundidades	6	43 699	7 283	303,458***
Erro (dec. x prof.) ...	174	4 196	24	
Total	209	63 252		

C. V. = 122,5%

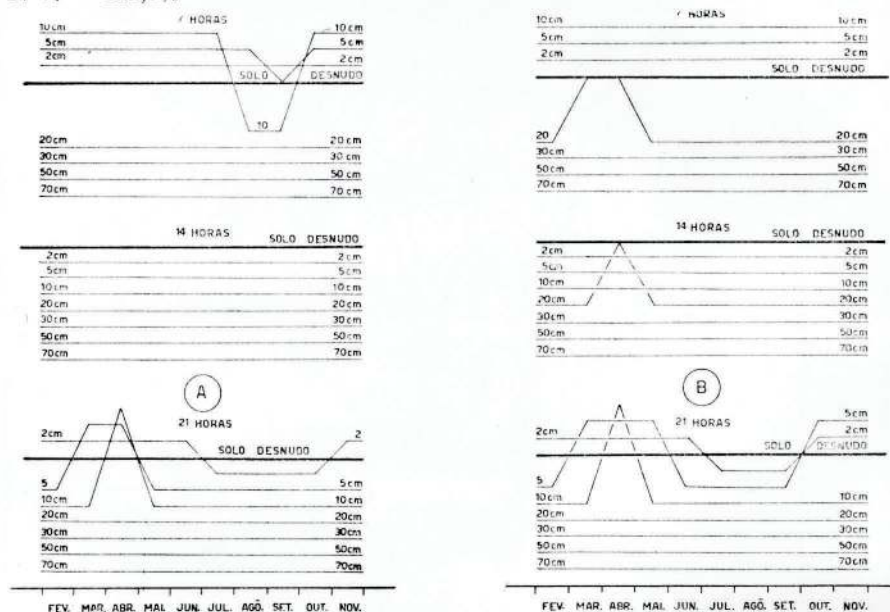


Figura 17 — Representação comparativa das profundidades que apresentam temperaturas superiores ou inferiores às do solo desnudo, durante os meses de fevereiro a novembro de 1955, para as diversas horas de observação. **A** — solo com cobertura morta. **B** — solo recoberto com a grama batatais.

De modo geral essas considerações são válidas também, para o solo com a cobertura viva de grama batatais, cujas diferenças de temperaturas, em relação ao solo com a cobertura morta são muito pequenas como se verifica através da comparação entre os respectivos quadros e figuras.

QUADRO 11. — Análise da variância correspondente à observação das 14 horas.

Influência	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Decêndios	29	51 604	1 779	8,636
Profundidades	6	124 933	20 822	101,077
Erro (dec. x prof.) ...	174	35 862	206	
Total	209	212 399		

C. V. = 36,7%

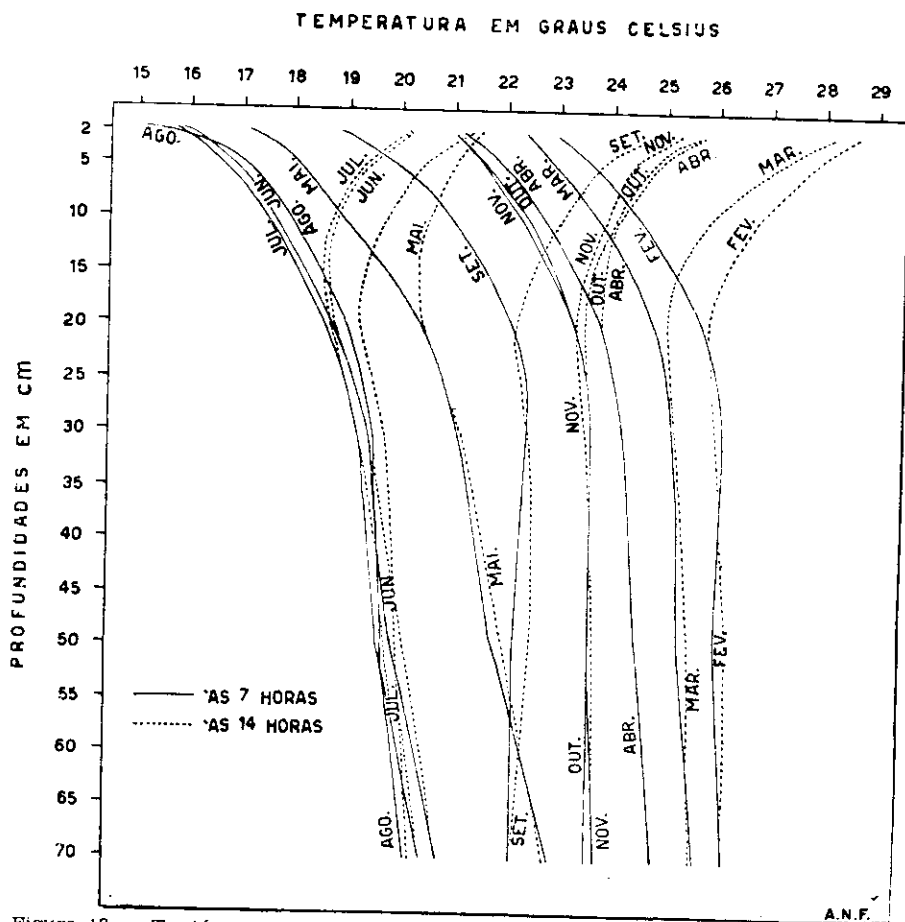


Figura 18 — Tautócronas da temperatura média do solo recoberto com "mulch" de capim gordura, em graus Celsius, para os meses de fevereiro a novembro de 1955, às horas de observação 7 e 14. Posto Meteorológico da Estação Experimental de Ribeirão Preto, São Paulo.

QUADRO 12. — Análise da variância correspondente a observação das 21 horas.

Influência	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Decêndios	29	24 306	838	27,032
Profundidades	6	13 600	2 267	73,129
Erro (dec. x prof.) ...	174	5 302	31	
Total	209	43 208		

C. V. = 43,1%

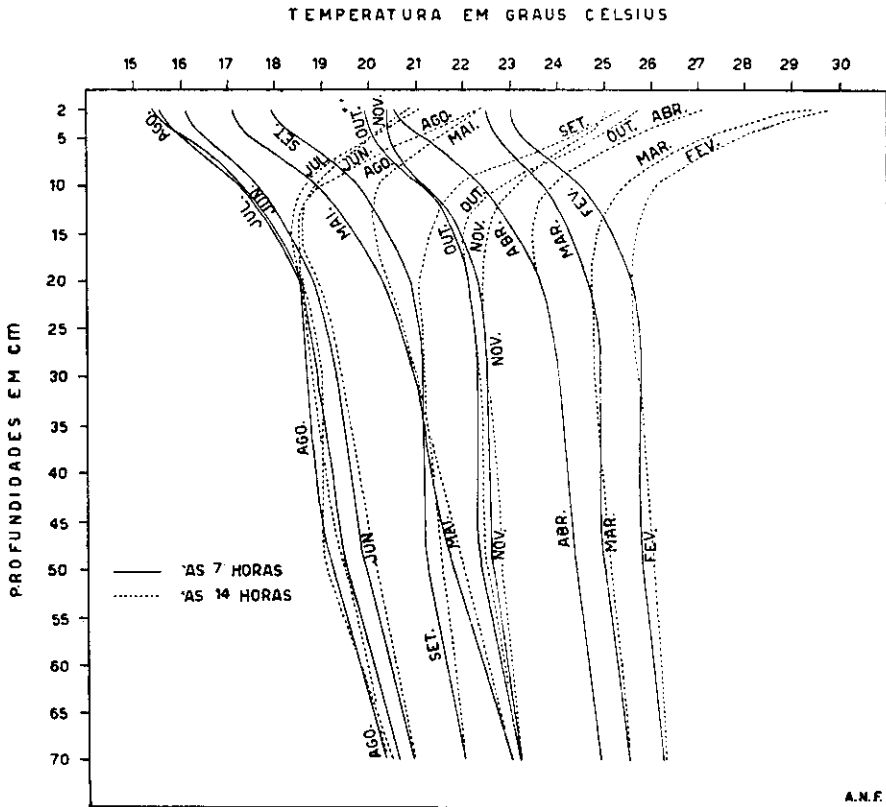


Figura 19 — Tautócronas da temperatura média do solo recoberto com grama batatis, em graus Celsius, para os meses de fevereiro a novembro de 1955, às horas 7 e 14. Pósto Meteorológico-Agrário da Estação Experimental de Ribeirão Preto, São Paulo.

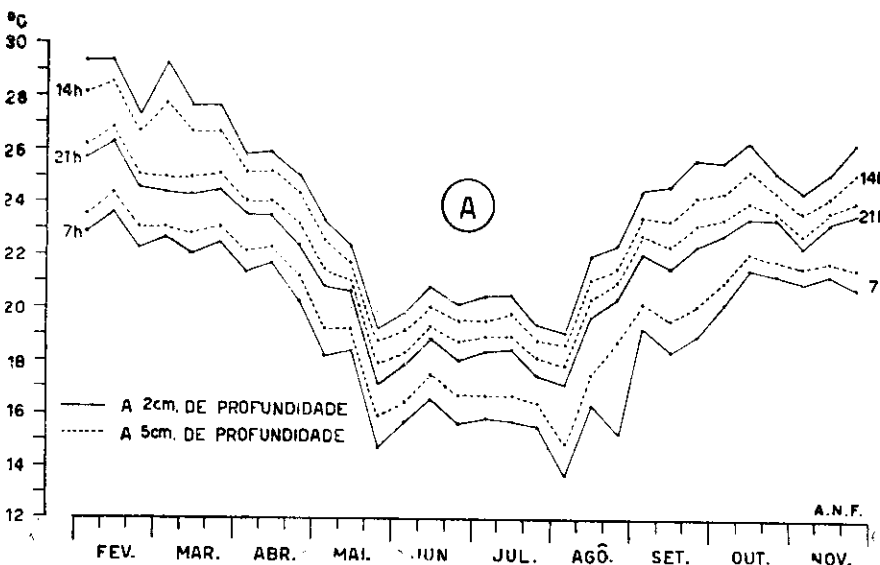
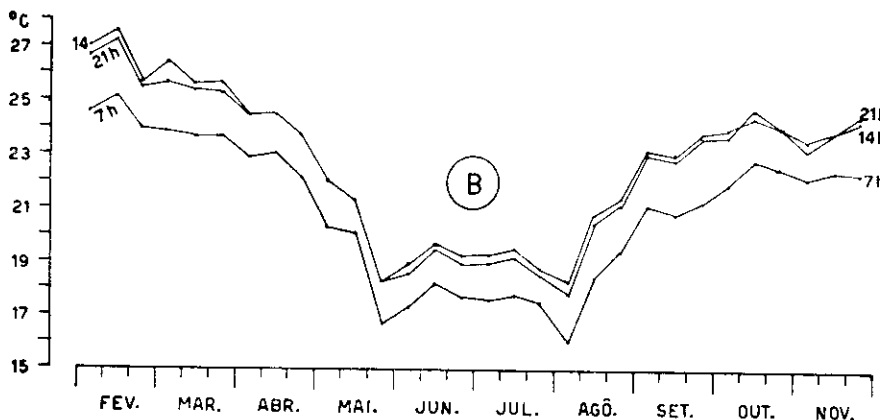
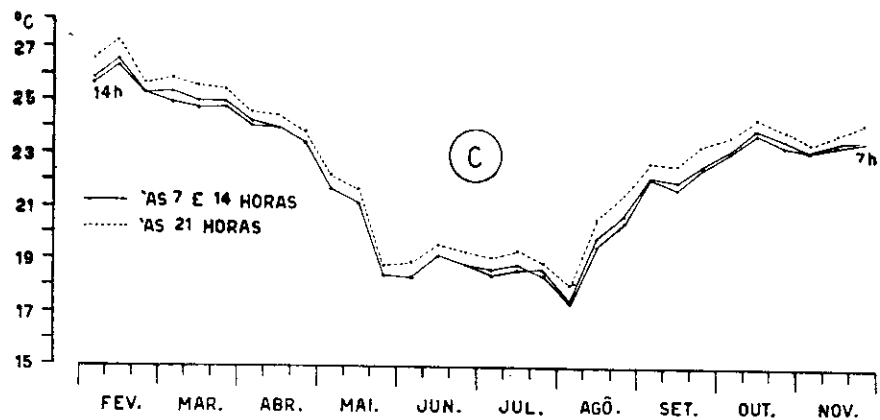


Figura 20 — Temperatura média do solo, em graus Celsius, para os diversos de-
cêndios do período fevereiro a novembro de 1955, durante horas diversas de
observação, em solo recoberto com grama batatais. Pôsto Meteorológico da Es-
tação Experimental de Ribeirão Preto, São Paulo. A — às profundidades de 2
e 5 cm. B — à profundidade de 10 cm. C — à profundidade de 20 cm.

QUADRO 13. — Pôsto meteorológico-agrário da Estação Experimental de Ribeirão Preto, São Paulo. Solo recoberto com "mulch" de capim gordura. Valores da temperatura em graus Celsius, a diferentes profundidades, tomada com auxílio de geotermômetros de mercúrio às 7 horas, para os diferentes decêndios do período de fevereiro a novembro de 1955.

Meses e decêndios		2 cm	5 cm	10 cm	20 cm	30 cm	50 cm	70 cm
		°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
Fevereiro	1. ^o	23,1	23,4	24,4	25,4	25,5	25,5	25,8
	2. ^o	23,7	24,1	25,3	26,2	26,3	26,1	26,4
	3. ^o	22,4	22,0	24,0	25,2	25,6	25,8	26,5
	Média	23,0	23,2	24,5	25,6	25,8	25,8	26,2
Março	1. ^o	23,1	22,8	23,8	24,6	24,8	24,9	25,6
	2. ^o	22,1	22,6	23,5	24,5	24,7	24,9	25,5
	3. ^o	22,2	22,6	22,7	24,7	25,0	25,1	25,5
	Média	22,5	22,7	23,7	24,6	24,9	25,0	25,5
Abril	1. ^o	21,0	21,5	22,7	23,8	24,2	24,6	25,2
	2. ^o	21,3	21,7	22,8	23,7	24,0	24,3	24,8
	3. ^o	19,3	20,0	21,8	23,3	23,9	24,2	24,6
	Média	20,5	21,1	22,4	23,6	24,0	24,4	24,9
Maio	1. ^o	17,4	18,2	20,0	21,5	22,2	22,9	23,8
	2. ^o	18,9	18,7	19,9	21,0	21,5	22,0	23,2
	3. ^o	15,0	15,4	16,9	18,5	19,3	20,5	22,0
	Média	17,1	17,4	18,9	20,3	21,0	21,8	23,0
Junho	1. ^o	15,9	16,1	17,2	18,4	18,9	19,8	21,0
	2. ^o	16,8	17,1	18,1	19,1	19,5	19,9	20,8
	3. ^o	15,7	16,2	17,6	19,0	19,4	20,0	21,0
	Média	16,1	16,5	17,6	17,8	19,3	19,9	20,9
Julho	1. ^o	15,9	16,2	17,4	18,5	18,9	19,4	20,5
	2. ^o	15,5	16,0	17,5	18,7	19,1	19,6	20,7
	3. ^o	15,1	15,7	17,0	18,3	18,8	19,4	20,6
	Média	15,5	16,0	17,3	18,5	18,9	19,5	20,6
Agosto	1. ^o	13,4	14,2	15,6	17,1	17,6	18,4	19,8
	2. ^o	15,5	16,3	17,7	18,8	18,9	19,2	20,2
	3. ^o	17,3	17,7	18,6	19,6	19,7	19,9	20,9
	Média	15,4	16,1	17,3	18,5	18,7	19,2	20,3
Setembro	1. ^o	18,4	18,9	20,2	21,1	21,1	21,0	21,5
	2. ^o	17,3	18,0	19,3	20,7	21,0	21,2	22,1
	3. ^o	18,0	18,5	19,9	21,0	21,3	21,4	22,5
	Média	17,9	18,5	19,8	20,9	21,1	21,2	22,0
Outubro	1. ^o	19,0	19,4	20,5	21,5	21,7	21,9	23,0
	2. ^o	20,4	20,6	21,5	22,4	22,6	22,5	23,3
	3. ^o	20,2	20,4	21,4	22,4	22,6	22,7	23,4
	Média	19,9	20,1	21,1	22,1	22,3	22,4	23,2
Novembro	1. ^o	20,4	20,3	21,2	22,2	22,5	22,7	23,4
	2. ^o	20,6	20,6	21,3	22,3	22,4	22,5	23,0
	3. ^o	20,2	20,2	21,2	22,4	22,6	22,7	23,2
	Média	20,4	20,4	21,2	22,3	22,5	22,6	23,2

QUADRO 14. — Pôsto meteorológico da Estação Experimental de Ribeirão Preto, São Paulo. Solo recoberto com "mulch" de capim gordura. Valores da temperatura em graus Celsius, a diferentes profundidades, tomada com auxílio de geotermômetros de mercúrio às 14 horas, para os diferentes decêndios do período de fevereiro a novembro de 1955.

Meses e decêndios		2 cm	5 cm	10 cm	20 cm	30 cm	50 cm	70 cm
		°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
Fevereiro	1.º	30,4	28,2	26,1	25,5	25,5	25,7	25,9
	2.º	30,9	29,0	27,1	26,3	26,2	26,3	26,4
	3.º	23,1	26,3	25,1	25,1	25,5	26,0	26,5
	Média	29,8	27,9	26,1	25,6	25,7	26,0	26,3
Março	1.º	23,8	27,8	25,8	24,8	24,8	25,2	25,6
	2.º	29,3	26,8	25,0	24,6	24,7	25,1	25,4
	3.º	29,0	27,1	25,3	24,8	25,0	25,3	25,5
	Média	29,4	27,2	25,4	24,7	24,8	25,2	25,5
Abril	1.º	26,7	25,6	24,1	23,8	24,2	24,7	25,2
	2.º	27,5	25,9	24,2	23,8	24,0	24,5	24,8
	3.º	27,2	25,1	23,5	23,3	23,8	24,4	24,6
	Média	27,1	25,5	23,9	23,6	24,0	24,5	24,9
Maio	1.º	24,2	22,9	21,5	21,5	22,2	23,1	23,8
	2.º	23,0	22,2	21,1	21,1	21,5	22,3	23,1
	3.º	19,9	19,0	18,1	18,5	19,4	20,7	22,0
	Média	22,4	21,4	20,2	20,4	21,0	22,0	23,0
Junho	1.º	20,5	19,6	18,5	18,5	19,0	20,0	21,0
	2.º	21,6	20,7	19,4	19,2	19,6	20,2	20,8
	3.º	21,1	20,1	18,9	19,0	19,5	20,2	21,0
	Média	21,1	20,1	18,9	18,9	19,4	20,1	20,9
Julho	1.º	21,2	20,4	18,9	18,6	19,0	17,7	20,5
	2.º	21,5	20,4	18,9	18,7	19,2	19,9	20,7
	3.º	19,9	19,1	18,0	18,3	18,9	19,6	20,6
	Média	20,9	20,0	18,6	18,5	19,0	19,1	20,6
Agosto	1.º	23,6	19,2	17,4	17,2	17,7	18,7	19,8
	2.º	23,5	21,9	19,4	18,8	19,0	19,5	20,2
	3.º	23,2	21,9	20,1	19,6	19,8	20,2	20,9
	Média	22,4	21,0	19,0	18,5	18,8	19,5	20,3
Setembro	1.º	24,9	23,9	22,0	21,1	21,2	21,3	21,6
	2.º	25,0	23,9	21,4	20,7	20,9	21,5	22,0
	3.º	25,9	24,7	22,2	21,1	21,3	21,7	22,5
	Média	25,3	24,2	21,9	21,0	21,1	21,5	22,0
Outubro	1.º	25,1	24,2	22,0	21,6	21,8	22,1	23,0
	2.º	25,8	25,2	23,2	20,2	22,6	22,7	23,3
	3.º	26,1	25,1	23,2	22,4	22,5	22,8	23,4
	Média	25,7	24,8	22,8	21,4	22,3	22,5	23,2
Novembro	1.º	24,7	24,0	22,7	22,3	22,5	22,9	23,4
	2.º	24,9	24,5	23,1	22,4	22,4	22,7	23,0
	3.º	25,5	25,1	23,5	22,5	22,6	22,9	23,3
	Média	25,0	24,5	23,1	22,4	22,5	22,8	23,2

QUADRO 15. — Pôsto meteorológico-agrário da Estação Experimental de Ribeirão Preto, São Paulo. Solo recoberto com "mulch" de capim gordura. Valores da temperatura em graus Celsius, a diferentes profundidades, tomada com auxílio de geotermômetros de mercúrio às 21 horas, para os diferentes decêndios do período de fevereiro a novembro de 1955.

Meses e decêndios		2 cm	5 cm	10 cm	20 cm	30 cm	50 cm	70 cm
		°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
Fevereiro	1.º	25,6	25,9	26,4	25,9	25,4	25,4	25,9
	2.º	26,4	27,0	27,3	26,7	26,2	26,1	26,5
	3.º	24,5	24,9	25,3	25,3	25,3	25,7	26,4
	Média	25,5	25,9	26,3	26,0	25,6	25,7	26,3
Março	1.º	24,3	24,6	25,2	25,1	24,6	24,8	25,5
	2.º	24,3	24,8	25,3	25,0	24,6	24,8	25,4
	3.º	24,5	24,9	25,5	25,2	24,8	25,0	25,5
	Média	24,4	24,8	25,3	25,1	24,7	24,9	25,5
Abril	1.º	23,5	23,9	24,4	24,2	24,1	24,5	25,1
	2.º	23,4	24,0	24,4	24,2	24,0	24,2	24,8
	3.º	21,9	22,8	23,7	23,7	23,7	24,1	24,6
	Média	22,9	23,6	24,2	24,0	23,9	24,3	24,8
Maio	1.º	20,4	21,0	21,8	21,9	21,8	22,8	23,7
	2.º	20,4	20,7	21,3	21,3	21,4	22,0	23,1
	3.º	17,2	17,7	18,4	18,8	19,2	20,4	21,9
	Média	19,3	19,8	20,5	20,7	20,8	21,7	22,9
Junho	1.º	18,0	18,3	18,7	18,8	18,9	19,7	20,9
	2.º	19,0	19,3	19,7	19,5	19,4	20,0	20,8
	3.º	18,1	18,6	19,2	19,3	19,3	20,0	21,0
	Média	18,4	18,7	19,2	19,2	19,2	19,9	20,9
Julho	1.º	18,5	18,8	19,2	19,0	18,9	19,5	20,5
	2.º	18,2	18,7	19,3	19,1	19,0	19,6	20,7
	3.º	17,1	17,6	18,3	18,6	18,7	19,4	20,6
	Média	17,9	18,4	18,9	18,9	18,9	19,5	20,6
Agosto	1.º	17,1	17,6	17,8	17,6	17,5	18,4	19,8
	2.º	19,2	19,8	20,0	19,3	19,0	19,2	20,2
	3.º	20,0	20,4	20,5	20,0	19,7	20,0	20,9
	Média	18,8	19,3	19,4	19,0	18,7	19,2	20,3
Setembro	1.º	21,2	22,0	22,3	21,7	21,1	21,1	21,6
	2.º	20,7	21,4	21,7	21,3	20,9	21,1	22,1
	3.º	21,7	22,2	22,4	21,7	21,2	21,4	22,5
	Média	21,2	21,9	22,1	21,6	21,1	21,2	22,2
Outubro	1.º	21,6	22,0	22,4	22,0	21,7	21,9	23,0
	2.º	22,4	22,8	23,2	23,0	22,5	22,5	23,3
	3.º	22,5	22,9	23,2	22,9	22,5	22,6	23,3
	Média	22,1	22,6	22,9	22,6	22,2	22,3	23,2
Novembro	1.º	21,8	21,9	22,4	22,5	22,4	22,6	23,4
	2.º	22,6	22,7	22,9	22,7	22,3	22,5	23,0
	3.º	22,7	23,0	23,3	23,0	22,4	22,6	23,2
	Média	22,4	22,5	22,9	22,7	22,4	22,6	23,2

QUADRO 16. -- Pôsto meteorológico da Estação Experimental de Ribeirão Preto, São Paulo. Solo recoberto com grama batatais. Valores da temperatura em graus Celsius, a diferentes profundidades, tomada com auxílio de geotermômetros de mercúrio às 7 horas, para os diferentes decêndios do período de fevereiro a novembro de 1955.

Meses e decêndios		2 cm	5 cm	10 cm	20 cm	30 cm	50 cm	70 cm
		°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
Fevereiro	1.º	22,9	23,5	24,5	25,6	26,0	25,8	26,0
	2.º	23,6	24,3	25,1	26,3	26,6	26,3	26,3
	3.º	22,2	23,0	23,9	25,2	25,8	26,0	26,3
Média		22,9	23,6	24,5	25,7	26,1	26,0	26,2
Março	1.º	22,6	23,0	23,8	24,9	25,3	25,3	25,7
	2.º	22,0	22,8	23,6	24,7	25,1	25,3	25,7
	3.º	22,4	23,0	23,7	24,8	25,1	25,3	25,6
Média		22,3	22,9	23,7	24,8	25,2	25,3	25,7
Abril	1.º	21,3	22,1	22,9	24,0	24,5	24,8	25,3
	2.º	21,7	22,3	23,0	23,9	24,3	24,5	24,9
	3.º	20,2	21,2	22,1	23,4	23,9	24,2	24,6
Média		21,2	21,9	22,7	23,8	24,2	24,5	24,9
Maio	1.º	18,1	19,2	20,2	21,6	22,4	23,0	23,8
	2.º	18,4	19,2	20,0	21,1	21,6	22,1	23,0
	3.º	14,7	15,9	16,6	18,4	19,4	20,4	21,8
Média		17,1	18,1	18,9	20,4	21,1	21,8	22,9
Junho	1.º	15,6	16,4	17,2	18,3	19,0	19,7	20,8
	2.º	16,5	17,4	18,1	19,1	19,6	19,9	20,8
	3.º	15,6	16,7	17,6	18,8	19,5	20,0	20,9
Média		15,9	16,8	17,6	18,7	19,4	19,9	20,8
Julho	1.º	15,8	16,7	17,5	18,4	19,0	19,5	20,4
	2.º	15,7	16,7	17,7	18,7	19,4	19,7	20,6
	3.º	15,5	16,4	17,4	18,6	19,1	19,7	20,5
Média		15,7	16,6	17,5	18,6	19,2	19,6	20,5
Agosto	1.º	13,7	14,9	16,0	17,3	18,0	18,6	19,7
	2.º	16,3	17,4	18,4	19,5	19,8	19,8	20,1
	3.º	15,2	18,7	19,4	20,4	20,7	20,7	20,9
Média		15,1	17,0	17,9	19,0	19,5	19,7	20,2
Setembro	1.º	19,2	20,1	21,0	22,0	22,2	21,9	21,7
	2.º	18,3	19,5	20,6	21,7	22,2	22,2	22,2
	3.º	19,0	20,1	21,2	22,5	22,7	22,6	22,6
Média		18,8	19,9	20,9	22,1	22,4	22,2	22,2
Outubro	1.º	20,2	21,0	21,9	23,0	23,3	23,3	23,3
	2.º	21,5	22,1	22,8	23,7	23,9	23,8	23,7
	3.º	21,2	21,8	22,5	23,3	23,6	23,6	23,7
Média		21,0	21,6	22,4	23,3	23,6	23,6	23,6
Novembro	1.º	21,0	21,6	22,1	23,1	23,4	23,5	23,7
	2.º	21,3	21,8	22,4	23,3	23,5	23,4	23,7
	3.º	20,8	21,5	22,3	23,5	23,8	23,8	24,0
Média		21,0	21,6	22,3	23,3	23,6	23,6	23,8

QUADRO 17. — Pôsto meteorológico-agrário da Estação Experimental de Ribeirão Preto, São Paulo. Solo recoberto com grama batatais. Valores da temperatura em graus Celsius, a diferentes profundidades, tomada com auxílio de geotermômetros de mercúrio às 14 horas, para os diferentes decêndios do período de fevereiro a novembro de 1955.

Meses e decêndios		2 cm	5 cm	10 cm	20 cm	30 cm	50 cm	70 cm
		°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
Fevereiro	1.º	29,3	28,1	26,9	25,8	25,9	26,0	26,0
	2.º	29,3	28,5	27,6	26,5	26,5	26,6	26,3
	3.º	27,3	26,6	25,6	25,2	25,6	26,1	26,3
	Média	28,6	27,7	26,7	25,8	26,0	26,2	26,2
Março	1.º	29,2	27,7	26,3	25,3	25,3	25,5	25,7
	2.º	27,6	26,6	25,5	24,9	25,1	25,5	25,6
	3.º	27,6	26,6	25,6	24,9	25,1	25,5	25,5
	Média	28,1	27,0	25,8	25,0	25,2	25,5	25,6
Abril	1.º	25,8	25,1	24,4	24,1	24,4	24,9	25,3
	2.º	25,9	25,1	24,5	24,0	24,3	24,6	24,9
	3.º	25,0	24,3	23,7	23,4	23,8	24,4	24,6
	Média	25,7	24,3	24,2	23,8	24,2	24,6	24,9
Maio	1.º	23,1	22,5	21,9	21,7	22,3	23,2	23,7
	2.º	22,3	21,7	21,3	21,1	21,6	22,3	22,9
	3.º	19,2	18,7	18,2	18,4	19,4	20,6	21,8
	Média	21,5	21,0	20,5	20,4	21,1	22,0	22,8
Junho	1.º	19,8	19,1	18,5	18,4	19,0	19,8	20,3
	2.º	20,8	20,0	19,4	19,1	19,6	20,2	20,7
	3.º	20,1	19,5	18,9	18,8	19,5	20,2	20,9
	Média	20,2	19,5	18,9	18,8	19,4	20,1	20,8
Julho	1.º	20,4	19,5	18,9	18,6	19,0	19,7	20,4
	2.º	20,5	19,8	19,1	18,8	19,4	20,0	20,5
	3.º	19,3	18,8	18,5	18,5	19,1	19,9	20,5
	Média	20,1	19,4	18,8	18,6	19,2	19,9	20,5
Agosto	1.º	19,5	18,6	17,8	17,4	18,0	18,9	19,7
	2.º	22,0	21,1	20,4	19,6	19,8	20,1	20,2
	3.º	22,3	21,5	21,1	20,6	20,7	21,0	21,0
	Média	21,3	20,4	19,8	19,2	19,8	20,0	20,3
Setembro	1.º	24,5	23,5	23,0	22,1	22,2	22,2	21,8
	2.º	24,6	23,3	22,8	21,9	22,2	22,4	22,2
	3.º	25,6	24,2	23,6	22,6	22,7	22,9	22,6
	Média	24,9	23,7	23,1	22,2	22,4	22,5	22,2
Outubro	1.º	25,5	24,4	23,7	23,1	23,3	23,5	23,3
	2.º	23,3	23,3	24,7	23,9	23,9	24,0	23,7
	3.º	25,2	24,4	24,0	23,5	23,5	23,7	23,7
	Média	25,7	24,7	24,1	23,5	23,6	23,7	23,6
Novembro	1.º	24,4	23,7	23,5	23,1	23,3	23,6	23,7
	2.º	25,1	24,2	23,9	23,4	23,5	23,6	23,7
	3.º	26,3	25,1	24,3	23,5	23,6	23,9	24,0
	Média	25,3	24,3	23,9	23,3	23,5	23,7	23,8

QUADRO 18. — Pôsto meteorológico da Estação Experimental de Ribeirão Preto, São Paulo. Solo recoberto com grama batatais. Valores da temperatura em graus Celsius, a diferentes profundidades, tomada com auxílio de geotermômetros de mercúrio às 21 horas, para os diferentes decêndios do período de fevereiro a novembro de 1955.

Meses e decêndios	2 cm	5 cm	10 cm	20 cm	30 cm	50 cm	70 cm	
	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	
Fevereiro	1.º	25,6	26,1	26,6	26,5	26,0	25,7	25,9
	2.º	26,2	26,8	27,3	27,2	26,6	26,3	26,4
	3.º	24,5	25,0	25,5	25,6	25,5	25,8	26,3
	Média	25,4	26,0	26,5	26,4	26,0	25,9	26,2
Março	1.º	24,3	24,9	25,6	25,8	25,3	25,3	25,7
	2.º	24,2	24,9	25,5	25,5	25,1	25,2	25,6
	3.º	24,4	25,0	25,3	25,4	25,1	25,2	25,6
	Média	24,2	24,9	25,5	25,6	25,2	25,2	25,6
Abril	1.º	23,5	24,0	24,5	24,5	24,4	24,7	25,2
	2.º	23,5	24,0	24,4	24,4	24,2	24,5	24,9
	3.º	22,3	23,2	23,7	23,8	23,7	24,1	24,6
	Média	23,1	23,7	24,2	24,2	24,1	24,4	24,9
Maio	1.º	20,8	21,4	21,9	22,1	22,2	22,8	23,7
	2.º	20,6	21,0	21,4	21,6	21,6	22,1	23,0
	3.º	17,7	17,9	18,4	18,8	19,1	20,3	21,7
	Média	19,5	20,1	20,6	20,8	21,0	21,7	22,8
Junho	1.º	17,8	18,3	18,8	18,9	18,9	19,6	20,8
	2.º	18,8	19,3	19,6	19,6	19,5	20,0	20,7
	3.º	18,0	18,7	19,2	19,3	19,4	19,9	20,8
	Média	18,2	18,8	19,2	19,3	19,3	19,8	20,8
Julho	1.º	18,3	18,9	19,2	19,1	19,0	19,5	20,4
	2.º	18,4	18,9	19,4	19,4	19,3	19,8	20,6
	3.º	17,4	18,1	18,6	18,9	19,0	19,6	20,5
	Média	18,0	18,6	19,1	19,1	19,1	19,6	20,5
Agosto	1.º	17,1	17,8	18,2	18,1	17,9	18,6	19,7
	2.º	19,7	20,3	20,7	20,4	19,8	19,9	20,1
	3.º	20,4	20,9	21,3	21,1	20,7	20,7	21,0
	Média	19,0	19,7	20,1	19,8	19,4	19,7	20,2
Setembro	1.º	22,1	22,8	23,1	22,7	22,2	21,9	21,7
	2.º	21,5	22,3	22,9	22,6	22,1	22,1	22,2
	3.º	22,4	23,2	23,7	23,4	22,7	22,6	22,6
	Média	22,0	22,8	23,2	22,9	22,3	22,2	22,2
Outubro	1.º	22,8	23,4	23,9	23,7	23,3	23,2	23,3
	2.º	23,4	24,0	24,4	24,3	23,9	23,7	23,7
	3.º	23,4	23,7	24,0	23,9	23,5	23,5	23,7
	Média	23,2	23,7	24,1	24,0	23,6	23,5	23,6
Novembro	1.º	22,3	22,8	23,2	23,4	23,2	23,4	23,7
	2.º	23,2	23,7	23,9	23,8	23,4	23,4	23,8
	3.º	23,6	24,1	24,4	24,2	23,6	23,7	24,0
	Média	23,0	23,5	23,8	23,8	23,4	23,5	23,8

5 — CONCLUSÕES

Dentre as conclusões que podem ser tiradas de um exame conjunto do que se vem de expor, apresentam-se as seguintes, como principais imediatas, válidas naturalmente entre os limites dentro dos quais os estudos foram estabelecidos.

1 — As temperaturas do solo desnudo em agosto, foram inferiores às de janeiro. A 100 cm a diferença foi de 3,5°C, indicando que a chamada “camada invariável” se encontra a maior profundidade.

2 — Em todos os casos as amplitudes térmicas decresceram com a profundidade. Elevadas até os 10 cm, reduziram-se brusca-mente aos 20 cm, indicando essa profundidade como limite das grandes variações térmicas. Os solos recobertos apresentaram amplitudes muito menores que o solo desnudo. Em relação às do solo desnudo as amplitudes aos 2 cm, em janeiro, reduziram-se de mais de 9°C, e, em agosto, de mais de 10°C, enquanto que aos 20 cm, tanto em janeiro quanto em agosto, reduziram-se de pouco mais de 1°C.

3 — Nas profundidades de 2, 5, 10 e 20 cm em solo desnudo as mínimas ocorreram em janeiro, respectivamente, em torno das 5, 7, 7³⁰ e 9 horas, e as máximas por volta das 13, 14, 16 e 21 horas, enquanto que em agosto as mínimas ocorreram respectivamente por volta das 6, 7, 7³⁰ e 10 horas e as máximas em torno das 13, 15, 15 e 21 horas.

4 — Nos solos recobertos, as temperaturas extremas, até os 20 cm de profundidade, ocorreram com alterações cronológicas em relação ao solo desnudo, para ambos os períodos estudados. Em janeiro elas ocorreram, ou às mesmas horas que em solo desnudo, ou atrasadas, no máximo, 2 horas, enquanto que em agosto ocorreram de modo muito diversificado.

5 — As proteções oferecidas ao solo pela cobertura morta de capim gordura (*Melinis minutiflora* Beauv) e pela cobertura de grama batatais (*Paspalum notatum* Fluegge) foram muito semelhantes e seus efeitos se fizeram notar até a profundidade de 20 cm.

6 — A diferença da média das temperaturas às diferentes profundidades, entre janeiro e agosto, foi de 3,9°C para o solo desnudo e superior a 5°C para os solos recobertos.

7 — Pela análise do curso diurno e dos tautócronos das temperaturas foram reconhecidas duas zonas geotérmicas, separadas

aos 20 cm por um horizonte térmico de transição. Uma zona superior, caracterizada pelas grandes oscilações térmicas, e outra inferior, onde as temperaturas variaram entre valores muito próximos durante tôdas as horas do dia, tendendo para a constância.

8 — As médias mensais, calculadas em função das três observações normais, indicaram que o solo desnudo é *mais quente que* os solos recobertos.

9 — O mês de solo desnudo mais quente foi fevereiro, e junho o de solo mais frio, embora as mais baixas temperaturas do ano tivessem ocorrido nos dias de geada, 1 e 2 de agosto, e o decêndio de solo mais frio, até os 20 cm de profundidade, fôsse o terceiro de maio.

10 — A geotermia parece oferecer valioso subsídio no reconhecimento das estações climáticas. A análise dos tautócranos e das diferenças consecutivas de temperaturas médias a diferentes profundidade indicaram, para aquela zona, duas estações climáticas *definidas*: uma seca e fresca, com três meses de duração, junho, julho e agosto, e outra quente e úmida, com oito meses de duração, de setembro a abril, separadas por uma curta estação de transição climática, em maio.

STUDY OF THE CLIMATE AT RIBEIRÃO PRÊTO

SUMMARY

Temperature data were collected at various depths (2, 5, 10, 20, 50, 70, and 100 cm) in soil of the "terra roxa" type at Ribeirão Prêto Agr. Exp. Sta., São Paulo. The records were obtained from three adjoining areas, one bare, another planted to Bahia grass (*Paspalum notatum* Fluegge), and a third mulched with molasses grass (*Melinis minutiflora* Beauv.). Temperature determinations were made with geothermometers of mercury, giving direct readings with an approximation of 0.2°C.

Based on these data, the writers recognize two geothermic layers in the soil: (1) the upper 20 cm in which major temperature changes take place, and (2) the layers below 20 cm with minor changes and tendency to temperature uniformity.

It is indicated that consecutive soil temperature readings taken at various depths are of value to help recognizing the seasonal changes, a cool and dry period from June to August and a warm and wet from September to April, separated by transitional weather.

LITERATURA CITADA

1. ANGOT, ALFRED. *Traité élémentaire de météorologie*. 50 eme édition. Paris, Gauthier-Villars, 1944. 420p.
2. BAIER, W. *Ergebnisse von Bodentemperaturmessungen* Ber. dtsh. Wetterdienstes U. S. Zone, 6(38):189-195. 1952.

3. BALLS, W. L. The development and properties of raw cotton. London, Black, 1915. 221p.
4. ———— Temperature and growth. Exp. Sta. Rec., 20:736. 1909
5. BAVER, L. D. Soil physics. 3th ed. New York, J. Willey. 1956, 489p.
6. BREMER, H. Die Abhaengigkeit der Zuckerruebenkeimung von der Temperatur. Angw. Bot. 11:112-115. 1929.
7. FRANCO, C. M. & INFORZATO, R. O sistema radicular do cafeeiro nos principais tipos de solo do Estado de São Paulo. Bragantia 6:443-478. 1946.
8. GEIGER, RUDOLF. The climate near the ground. Cambridge, Haward Univ., 1950. 482p.
9. HALL, A. D. & ROBINSON, G. W. Estudio científico del suelo. Tradução de José Garcia Vicente. Madrid, Aguilar, 1948.
10. HABERLAND, E. Die oberen und unteren Temperaturgrenzen fuer die Keimung der wichtigeren landwirtschaftlichen Saemereien. Landw. Versuchs-Stationen 17:104-116. 1874.
11. JUNOT, LUCAS. Temperatura do solo em São Paulo. Bol. met., São Paulo, 1939.
12. KEEN, BERNARD A. The physical properties of the soil. London, Longmans Green, 1931. 380p.
13. KÖPPEN, WILHELM. Grundriss der Klimakunde. Berlin, Walter de Gruyter, 1931.
14. MAACK, REINHARD. Notas preliminares sôbre clima, solos e vegetação do Estado do Paraná. Arch. Biol., Curitiba, 1948. (Separata).
15. MAKSIMOV, NICOLAI A. Fisiologia vegetal. Traducido de la 2.^a ed. en inglés por Armando Teodoro Hunziker. Buenos Aires, Acme, 1948.
16. MOSIER, J. C. & GUSTAFSON, A. F. Soil physics and management. Philadelphia, Lippincott, 1917.
17. OLIVEIRA, A. LEME. Observatório astronômico e meteorológico. Bol. Astr. Geof., 1928.
18. PAIVA, J. E. (neto), CATANI, R. A., KÜPPER, A. [e outros]. Estudo pedológico da Estação Experimental de Ribeirão Prêto. In Anais da Segunda Reunião Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 1949. p. 341-442.
19. ————, ————, ————. Observações gerais sôbre os grandes tipos de solo do Estado de São Paulo. Bragantia 11:227-253. 1951.
20. ROBINS, W., GRAFT, A. S. & RAYNOR, R. N. Weed control. Second edition. New York, MacGraw-Hill, 1952. 503p.
21. RUSSEL, J. C., JONES, E. G. & BAHRT, G. M. The temperature and moisture factors in nitrate production. Soil Sci, 19:381-398. 1925.
22. SCHRÖDER, RUDOLF. Distribuição e curso anual das precipitações no Estado de São Paulo. Bragantia 15:193-249. 1956.

23. SETZER, JOSÉ. Contribuição para o estudo do clima do Estado de São Paulo. São Paulo, Escolas Profissionais Salesianas, 1946. 239p.
24. SHAW, C. F. The effect of a paper mulch on soil temperature. *Hilgardia* 1 (15):341-364. 1926.
25. SMITH, A. Effect of paper mulches on soil temperature, soil moisture, and yields of certain crops. *Hilgardia*, 6(6):159-200. 1931.
26. SMITH, W. O. Thermal conductivity of dry soil. *Soil Sci.* 53:435-460. 1942.
27. ——— & BYERS, H. G. The thermal conductivity of dry soils. *Sci. Soc. Amer.* 3:13-19. 1938.
28. STEWART, G. R., THOMAS, E. C. & HORNER, J. Some effects of mulching paper on Hawaiian Soils. *Soil Sci.* 22:35-58. 1926.
29. WEAVER, J. E. & CLEMENTS, F. E. *Ecologia vegetal*. Traducido de la segunda edición en inglés por Angel L. Cabrera. Buenos Aires, Acml, 1944. 667p.
30. WHYTE, R. O. *Crop Production and Environment*. London, Faber & Faber, 1946. 372p.