

SEÇÃO: RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS

ÁGUA ARMAZENADA E TEMPERATURA DO SOLO EM OITO SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO

NELSON SEBASTIÃO MODEL¹, RENATO LEVIEN², RUBEM ALEXANDRE FROSI³.

RESUMO – A temperatura e a umidade do solo podem ser adequadas às faixas ótimas de desenvolvimento das plantas, mediante manejo do solo e de sua cobertura. Com objetivo de avaliar o efeito de oito sistemas de manejo do solo – campo nativo (T1); trevo/soja/milho sem preparo (T2); trigo/soja em semeadura direta (T3); solo descoberto em preparo convencional (T4); trigo/soja em preparo convencional (T5); trigo/milho em preparo convencional (T6); trigo/soja em cultivo mínimo (T7); trigo/milho em semeadura direta (T8) – sobre o volume de água armazenada (0-8 cm) e temperatura do solo (5 cm), foi conduzido experimento de campo sobre solo Podzólico Vermelho-Escuro na E. E. Agronômica de Eldorado do Sul-RS, de jul./88 a nov./90. O campo nativo (T1) foi o sistema de manejo do solo que armazenou o maior volume de água (186 m³/ha) e o trigo convencional, após soja, (T5) o menor (106 m³/ha). Os demais (T8, T7, T3, T4, T2 e T6), armazenaram 145, 140, 136, 122, 118 e 111 m³/ha, respectivamente. Às 9 h não houve diferenças de temperatura do solo entre os tratamentos, porém em todos eles a temperatura aumentou ao longo do dia, com diferentes incrementos, tendo se diferenciado às 15 h. Neste horário, a maior temperatura foi observada no solo descoberto preparado convencionalmente (T4), bem como a maior oscilação diária. As menores temperaturas e amplitudes diárias foram observadas no campo nativo (T1) e no trevo/soja/milho sem preparo (T2) e, nos demais tratamentos, o comportamento foi intermediário. Excetuando os tratamentos T1 e T2, os demais apresentaram temperaturas médias semelhantes à média das máximas e média do ar às 15 h.

Palavras-chave: solo, água armazenada, temperatura do solo, preparo do solo, sucessão de culturas, manejo do solo.

WATER RETENTION AND SOIL TEMPERATURE IN EIGHT SOIL TILLAGE PRACTICES (CROP SYSTEMS)

ABSTRACT – Soil humidity and temperature can be adequated to optimal plant development through soil tillage practices. To evaluate these practices in relation to ground water storage and soil temperature a field experiment was conducted on a Dark Red Podzolic Soil (Paleudult) at the Agricultural Experiment Station of Federal University of Rio Grande do Sul State, Brazil, from July 1988 to November 1990. Eight soil tillage practices were evaluated: native field (T1); clover/soybean / corn – no tillage (T2); wheat/soybean – no tillage (T3); uncovered soil-conventional tillage (T4); wheat/soybean conventional tillage (T5); wheat/corn – conventional tillage (T6); wheat/soybean – strip tillage (T7); wheat/corn – no tillage (T8). Results showed that native field was the crop system that retainend more water (186 m³/ha) and the wheat/soybean alternate conventional (T5) retained less water (106 m³/ha). The other systems (T8, T7, T3, T4, T2 and T6) retained 145, 140, 136, 122, 118, 111 m³/ha, respectively. At 9:00 a.m. there was no temperature differences in any of the soil tillage practices. Along the day, temperature increased differently in all systems, the average temperatures being quite different at 3:00 p.m. The uncovered conventional practice showed both the greatest temperature at 3:00 p.m. and the greatest daily oscillation. Both, lower temperatures and mean amplitudes were registered on native field system (T1) and in clover/soybean/corn – no tillage (T2). The other practices showed an intermediate behaviour.

Key words: storage water, soil temperature, tillage practices, crop systems, soil management.

1. Eng. Agr., M. Sc. – FEPAGRO, Rua Gonçalves Dias, 570, 90130-060, Porto Alegre, RS

2. Eng. Agr., M. Sc. – Prof. Assistente do Dep. de Solos – FA/URGS.

3. Eng. Agr., – Coop. Agrícola de Três de Maio, RS.

INTRODUÇÃO

Nos trópicos, o uso contínuo do preparo do solo, na forma convencional, degrada sua estrutura, acelera a erosão, aumenta a flutuação de temperatura e diminui sua capacidade de retenção de água (LAL, 1974 a).

A deficiência de água e as elevadas temperaturas no solo prejudicam a emergência, vigor e rendimento das culturas, mas ambas podem ser adequadas às faixas ótimas de desenvolvimento das plantas, mediante manejo do solo e da sua cobertura. O grau de mobilização e a percentagem de cobertura remanescente sobre o solo, depois do preparo, inerentes a cada sistema de cultivo, definem a maior ou menor influência sobre estes fatores (MODEL, 1990).

Quando o preparo envolve arações e gradagens (convencional), há grande mobilização da camada arável e incorporação dos resíduos e isto reduz a percentagem de cobertura sobre o solo. Nos preparos, onde não há mobilização do solo (semeadura direta) ou há moderada mobilização por hastes (escarificação) e os resíduos da cultura anterior permanecem em grande parte sobre a superfície, geralmente as taxas de infiltração de água são maiores, pois a cobertura, protegendo o solo contra o impacto direto das gotas da chuva, evita a desagregação e o selamento superficial, além de diminuir as perdas posteriores de água por evaporação e as de solo e água por erosão (LEVIEN et al., 1990).

No processo de evapotranspiração, a evaporação é relativamente maior durante o período de preparo do solo, semeadura e estágios iniciais de crescimento. Mas, à medida em que a cultura se desenvolve, a transpiração passa a ser mais expressiva (SHANHOLTZ e LILARD, 1969).

O processo evaporativo da água do solo pode ser dividido em três estágios (LEMON, 1956): no primeiro, a evaporação é rápida e depende somente da transmissão da água para a superfície do solo, cujo processo é controlado por condições externas de temperatura, umidade relativa do ar e radiação solar. No segundo estágio, ocorre rápido decréscimo da taxa de evaporação, o solo controla o movimento da água para a superfície e os fatores anteriormente citados passam a ter pouca influência. O terceiro, controlado por forças de adsorção de moléculas na interface sólido-líquido do solo, caracteriza-se por apresentar baixas taxas de evaporação.

A evaporação pode ser diminuída nos dois estágios iniciais através da redução da turbulência

do ar e transferência de vapor para a atmosfera. Isto pode ser conseguido, através da cobertura proporcionada pelas culturas estabelecidas, pela adição de cobertura ao solo ou se sobre ele for deixada a resteva da cultura anterior, bem como pelo aumento da rugosidade superficial e/ou redução da continuidade capilar através do preparo do solo (LEMON, 1956).

O efeito da cobertura sobre a temperatura e umidade do solo varia com a quantidade, tipo, forma de distribuição e natureza do resíduo. BOND e WILLIS (1969) observaram que a eficiência da cobertura, por resíduos culturais, na manutenção da umidade do solo, é aumentada com o aumento da dose e da área coberta. WILLIS (1962) constatou que percentagens de cobertura do solo, inferiores a 25%, não foram eficientes na redução da evaporação da água do solo. O aumento da quantidade de palha na superfície diminui as temperaturas máxima e mínima e sua amplitude diária, bem como aumenta o teor de umidade do solo, especialmente na camada de 0-10 cm (BRAGAGNOLO, 1986), onde são colocadas as sementes. Constatação semelhante fez BLEVINGS et al. (1972), com a cultura do milho, onde o maior teor de umidade ocorreu na camada de 0-8 cm.

KEMPER e DERPSCH (1981) também observaram maior volume de água armazenado na profundidade de 20 a 30 cm, durante todo o ciclo da cultura do trigo, nos tratamentos com maior quantidade de resíduos na superfície. LAL (1974 b), cultivando milho em solos de regiões tropicais, obteve decréscimo da temperatura do solo, medida a 5, 10 e 20 cm da superfície, com o aumento da cobertura do solo, proporcionada pelo desenvolvimento da cultura. No estágio inicial, a 5 cm de profundidade, foram observadas diferenças de até 8°C na temperatura do solo entre as parcelas cobertas e não cobertas. As parcelas cobertas apresentaram maior conteúdo de umidade e o aumento da produção de grãos foi atribuído; primariamente, ao decréscimo de temperatura do solo e, secundariamente, ao aumento da umidade deste ao longo do ciclo da cultura.

Este trabalho teve como objetivo quantificar o efeito de oito sistemas de manejo do solo, após 13 anos de condução continuada (a campo), sobre o volume de água armazenado e temperatura do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na Estação Experimental Agrônômica (E.E.A.) da UFRGS,

município de Eldorado do Sul-RS, no período de junho de 1988 a novembro de 1990, sobre solo Podzólico Vermelho-Escuro. As oito parcelas (3,5m de largura por 22 m de comprimento), perfazendo área total de 77 m², compõem experimento em andamento, iniciado em 1975, cuja condução, feita pelo Instituto de Pesquisas de Recursos Naturais Renováveis, em convênio com o Departamento de Solos da FA/UFRGS, com objetivo de avaliar perdas de solo e água por erosão, sob chuva natural.

A umidade do solo foi avaliada na camada de 0-8 cm, no segundo semestre de 1988 e nos dois anos seguintes (89/90), nas mesmas parcelas, foram feitas as leituras de temperatura do solo a 5 cm de profundidade.

As avaliações de umidade gravimétrica do solo, em número de 18 (22 e 27/jul; 01, 09, 15, 22 e 25/ago.; 09, 14, 19 e 23/set.; 04, 07, 11, 17 e 27/out.; 01 e 10/nov. de 1988), iniciaram após a colheita das culturas de verão e semeadura das culturas de inverno (trigo e trevo).

Os resíduos das culturas de verão foram picados e distribuídos uniformemente sobre o solo, nas respectivas parcelas. Depois do preparo do solo e semeadura, ambos no sentido do declive, os tratamentos e as percentagens de cobertura do solo (medidas depois da semeadura do trigo) ficaram assim constituídos:

Tratamento/Manejo do solo	% de cobertura
T1 Campo nativo	100
T2 Trevo vesiculoso, após soja, em preparo convencional	100
T3 Trigo em semeadura direta, após soja	100
T4 Solo mantido descoberto, preparo convencional	0
T5 Trigo em preparo convencional, após soja	12
T6 Trigo em preparo convencional, após milho	10
T7 Trigo em cultivo mínimo, após soja	71
T8 Trigo em semeadura direta, após milho	100

O trigo (T3, T5, T6, T7 e T8) foi semeado em 13 de junho, em linhas distanciadas de 20 cm e colhido em 17 de novembro de 1988. O trevo (T2) foi semeado a lanço e as sementes cobertas com fina camada de solo.

As amostragens de solo, para quantificar o volume de água armazenada, iniciaram após a semeadura das culturas de inverno, tendo como início a semeadura do trigo (13.06.1988) e estenderam-se até a sua colheita (17.11.88). Em cada data de coleta foi feita somente uma amostragem por

tratamento (18 no total), pois não era conveniente revolver excessivamente o solo nas parcelas, para evitar interferência na avaliação das perdas de solo e água por erosão hídrica, objetivo principal do experimento. Nas amostras de solo (0-8cm), retiradas em anéis cilíndricos de volume conhecido (382,38 cm³), determinaram-se a densidade do solo, segundo BLAKE (1965) e as unidades gravimétrica e volumétrica, conforme método descrito em GARDNER (1965). Para o cálculo do volume médio de água armazenada em cada sistema de manejo do solo (m³/ha), foi usada a média das 18 observações de umidade volumétrica (U_v %) que, transformada em lâmina de água na camada de solo amostrada, foram extrapolados para volume de água armazenada por hectare (VAA (m³/ha) = U_v (%) x 8 (cm)/100 x 10.000) nas datas consideradas.

Para avaliar o efeito das chuvas sobre a umidade do solo, foram usados os valores de precipitação pluvial, obtidos de pluviogramas fornecidos pela Estação Agrometeorológica da E.E.A. da FA/UFRGS, em Eldorado do Sul, situada a 500m da área experimental.

Para a análise estatística foram utilizadas as datas de coleta das amostras de solo como repetições (18) e as médias da umidade volumétrica de cada tratamento (a partir das quais foi calculado o VAA) foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%.

Nas mesmas parcelas experimentais, onde foram feitas as amostragens de solo para determinação da umidade em 1988, foram feitas 19 leituras da temperatura do solo ao longo dos anos de 1989/90, através de geotermômetros de mercúrio de leitura direta (um por parcela), instalados com o bulbo enterrado à profundidade de 5 cm, logo após o preparo do solo ou semeadura das culturas.

Os dias de leitura da temperatura do solo, escolhidos ao acaso, foram 21/07; 25/07; 02/08; 17/08; 25/08; 24/10; 27/10; 03/11, 07/11 e 14/11 do ano de 1989 e 09/02; 06/03; 13/03; 27/03; 30/03; 22/06; 14/08 e 20/11 de 1990. As leituras foram feitas às 9 e 15 horas. Em dois dias (14/08/90 e 20/11/90), foram feitas em vários horários para avaliar a evolução da temperatura do solo ao longo do dia.

As leituras de temperatura do solo iniciaram após a semeadura das culturas de inverno (trigo/trevo) do ano de 1989 (21/07/89). Os tratamentos ficaram assim constituídos e apresentaram as seguintes percentagens de cobertura (na maior parte constituída de resíduos da cultura anterior):

Tratamento/Manejo do solo	% de cobertura
T1 Pastagem nativa	100
T2 Trevo, em cultivo mínimo após soja	100
T3 Trigo em semeadura direta, após soja	49
T4 Preparo convencional contínuo	0
T5 Trigo em preparo convencional, após soja	3
T6 Trigo em preparo convencional, após milho	6
T7 Trigo em cultivo mínimo, após soja	23
T8 Trigo, sem preparo, após milho	79

No verão de 1989/90, as culturas de soja e milho foram semeadas em 14.12.89 em linhas distanciadas de 0,55 m e 0,80 m, respectivamente. As percentagens de cobertura nas parcelas (resíduos oriundos da cultura anterior) depois da semeadura foram as seguintes:

Tratamento/Manejo do solo	% de cobertura
T1 Pastagem nativa	100
T2 Milho em cultivo mínimo, em pastagem de trevo	100
T3 Soja em semeadura direta, após trigo	100
T4 Solo mantido descoberto, preparo convencional	0
T5 Soja em preparo convencional, após trigo	18
T6 Milho em preparo convencional, após trigo	8
T7 Soja em cultivo mínimo, após trigo	75
T8 Milho em semeadura direta, após trigo	100

No inverno de 1990, as culturas foram as mesmas e as percentagens de coberturas foram semelhantes às do inverno de 1989, tendo a semeadura sido realizada em 20.06.90.

Para a análise estatística foram utilizadas as datas de leituras como repetições e as médias de temperatura de cada tratamento, em cada horário (9 ou 15 h), foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferenças significativas entre os sistemas de manejo do solo, quanto ao volume médio de água armazenado no período estudado (Figura 1) e cujos valores, expressos em m³/ha, em ordem decrescente, foram:

Tratamento	Volume de água armazenado (m ³ /ha)
T1 Campo nativo	186
T8 Trigo sem preparo, após milho	145
T7 Trigo em cultivo mínimo, após soja	140
T3 Trigo sem preparo, após soja	136
T4 Solo descoberto, preparo convencional	122
T2 Trevo em preparo convencional, após soja	118
T6 Trigo em preparo convencional, após milho	111
T5 Trigo em preparo convencional, após soja	106

No campo nativo, a cobertura permanente do solo, o teor mais elevado de matéria orgânica (IPRNR, 1990) e a maior percentagem de macroporos, proporcionados pelas gramíneas, podem ter criado condições de maior infiltração de água no solo. Isto, somado à grande capacidade de hidratação e retenção de água pela matéria orgânica, pode explicar o maior volume de água armazenado naquele tratamento.

Nos tratamentos onde houve pequena mobilização do solo (cultivo mínimo) ou nenhum revolvimento (sem preparo), em que o manejo do solo proporcionou a manutenção da maior parte dos resíduos das culturas anteriores sobre a superfície (T8, T7 e T3), observou-se maior infiltração e armazenamento de água (IPRNR, 1990). Isso permitiu a manutenção de teores de umidade mais elevado por um período de tempo mais longo depois das chuvas, quando comparado àqueles tratamentos onde houve maior mobilização da camada arável e incorporação dos resíduos da cultura anterior.

Pouca mobilização e elevadas percentagens de cobertura do solo, combinados, podem ter propiciado, além de maiores taxas de infiltração e armazenamento de água, menores perdas posteriores por evaporação, pois a cobertura dificulta a transmissão do vapor formado na superfície do solo para a atmosfera, além de reduzir a quantidade de energia absorvida pelo solo. A cobertura, atuando como isolante térmico, reduz a condução e absorção pelo solo do calor necessário para a água mudar do estado líquido para gasoso (LEMON, 1956; CRUZ, 1982).

Excetuando-se o fato de o solo descoberto e sob preparo convencional (T4) ter armazenado mais água que os tratamentos com culturas e também sob preparo convencional (T6 e T5), em geral os resultados confirmam as afirmações e resultados dos trabalhos de BRAGAGNOLO (1986); KEMPER e DERPSCH (1981); BLEVINGS et al. (1972) e LAL (1974 b). Os sistemas com preparo convencional e com culturas apresentavam maior percentagem de cobertura sobre a superfície do solo. Entretanto, o fato de o tratamento (T4) ter sido mantido descoberto ao longo do período de condução do experimento (13 anos), ocasionou grandes perdas de solo por erosão e remoção total do horizonte A, deixando exposto o horizonte B (IPRNR, 1990). Este, por ser mais argiloso, pode reter mais água na profundidade estudada. O fato também pode ser explicado pela formação de uma crosta, observada principalmen-

te depois da ocorrência de chuvas de grande intensidade, seguidas de intensa radiação solar. Esta também pode ter dificultado a perda de água do solo para a atmosfera.

Com relação à temperatura média do solo às 9 h, não houve diferenças entre os tratamentos estudados (Figura 2). Ao longo do dia, a temperatura do solo aumentou, porém com incrementos diferenciados e, às 15 h, ocorreram diferenças entre as médias dos tratamentos. Neste horário, a maior temperatura registrada foi no solo descoberto preparado convencionalmente (T4), bem como a maior oscilação diária. As menores temperaturas e amplitudes diárias ocorreram no campo nativo (T1) e trevo/soja sem preparo do solo (T2). Os valores de temperatura nos demais tratamentos formaram um grupo intermediário, cujas médias foram iguais entre si.

Na Figura 2 estão apresentadas as médias resultantes das leituras feitas ao longo do ano, incluindo dias quentes, frios, nublados, etc. Como é de maior interesse o comportamento da temperatura nos dias mais quentes, estão apresentadas em gráficos separados (Figuras 3 e 4), as leituras feitas em duas datas, em intervalos de tempo menores, para destacar possíveis particularidades que poderiam ter sido suprimidas pela utilização das temperaturas médias no período estudado. No entanto, as Figuras 3 e 4, mesmo mostrando a evolução da temperatura a intervalos de tempo menores, apenas confirmam o comportamento mostrado na Figura 2. No geral, mesmo tendo sido avaliadas em anos diferentes, se assemelharam ao comportamento da umidade anteriormente quantificada, evidenciando que ambas (temperaturas e umidade) foram influenciadas, basicamente, pela quantidade, tipo e forma de distribuição da cobertura, tanto dos resíduos (resteva), quanto das culturas estabelecidas.

Os sistemas de manejo do solo, que propiciaram a manutenção de menores quantidades de cobertura, por tempo mais curto, apresentaram as maiores temperaturas e amplitudes diárias. Estes resultados são semelhantes aos obtidos por BLEVINGS (1972); LAL (1974 b) e BRAGAGNOLO (1986) e devem-se, principalmente, ao efeito do resíduo sobre a superfície, que, além de minimizar por si só a aquisição de calor pelo solo, manteve-o mais úmido (menor evaporação), requerendo assim mais energia por unidade de volume para que sua temperatura aumentasse.

Ainda com relação à Figura 2, às 9 h, em

todos os tratamentos, além da temperatura do solo ter sido superior à média das mínimas nos dias avaliados, foi também maior que a temperatura média do ar no mesmo horário. Tomando-se a média das mínimas e médias do ar nos dias de leitura como referência, indica que havia aumentado a temperatura do ar, porém menos que a temperatura do solo que naquele horário já tinha absorvido e acumulado mais calor que o ar e/ou perdido pouco da energia acumulada no dia anterior durante à noite.

Com exceção dos tratamentos com pastagem perene (T1) ou cultivada (T2), os demais tratamentos apresentaram temperaturas de solo com médias semelhantes à média das máximas do ar e média das temperaturas do ar às 15 h. Isto significa que em torno deste horário a temperatura do solo atingiu o pico máximo e estabilizou, declinando depois até o final do dia (Figura 3).

CONCLUSÕES

– O campo nativo (T1) foi o sistema de manejo do solo que armazenou o maior volume de água (186 m³/ha) e o trigo convencional após soja (T5), o menor (106 m³/ha). Os demais (T8, T7, T3, T4, T2 e T6) armazenaram 145, 140, 136, 122, 118 e 111 m³/ha respectivamente.

– Às nove horas não houve diferenças de temperatura do solo entre os sistemas de manejo, porém, ao longo do dia, em todos os tratamentos, a temperatura aumentou com incrementos diferenciados, cujas médias foram diferentes às 15 h.

– No solo descoberto, preparado convencionalmente (T4), foi observada a maior amplitude diária e também a maior temperatura do solo no horário das 15 h. As menores temperaturas de solo e amplitudes diárias foram observadas no campo nativo (T1) e trevo/milho sem preparo (T2). Nos demais tratamentos, o comportamento foi intermediário.

– Excetuando-se os tratamentos T1 e T2, todos os demais apresentaram valores médios de temperaturas do solo semelhantes aos das máximas do ar às 15 h.

– A cobertura do solo (por resíduos da cultura anterior e/ou pelas culturas estabelecidas) foi o fator que isoladamente exerceu maior influência sobre a temperatura do solo, sendo esta dependente do preparo do solo e do tipo de cultivos utilizados.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- BLAKE, G. R. Bulk Density. In: BLACK, C.A., **Methods of soil analysis**. Madison: American Society of Agronomy. pt. 1, Chap. 30, p. 374-390. 1965.
- BLEVINGS, R.L.; THOMAS, G.W.; PHILLIPS, R.E. Moisture relationships and nitrogen movement in no-tillage and conventional corn production. In: NO-TILLAGE SYSTEM SYMPOSIUM, Columbus, Ohio, 1972. **Proceedings...** Columbus: The Ohio State University, Ohio Agricultural Research and Development Centre. p.140-145. 1972.
- BOND, J.J.; WILLIS, W.O. Soil water evaporation: surface residue rate and placement effects. **Soil Science Society of América**, Madison, n. 33: p. 445-448. 1969.
- BRAGAGNOLO, N. **Efeito da cobertura do solo por resíduos de culturas sobre a temperatura e umidade do solo, germinação e crescimento do milho**. Porto Alegre: UFRGS, 1986. 119 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1986.
- CRUZ, J. C. **Effect of crop rotation and tillage systems on some properties, root distribution and crop production**. Indiana, 1982. 220p. Thesis (Ph.D.) Purdue University, 1982.
- GARDNER, W.H. Water Content. In: BLACK, C.A. **Methods of soil analysis**. Madison: American Society of Agronomy. pt. 1, Chap 7. p. 82-125. 1965.
- IPRNR. Seção de Conservação de Solo. **Relatório Anual**. Porto Alegre. 1990.
- KEMPER, B.; DERPSCH, R. Results of studies made in 1978 and 1979 to control erosion by cover crops and no-tillage techniques in Paraná, Brasil. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, p. 253-267. 1981.
- LAL, R. No-tillage effects on soil properties and maize (*Zeamays* L.) Production in Western Nigéria. **Plant and Soil**, Amsterdam, v. 40, p. 321-331. 1974a.
- LAL, R. Soil Temperature, soil moisture and maize yield from mulched and unmulched tropical soil. **Plant and Soil**, Amsterdam, v. 40, p. 129-143. 1974b.
- LEMON, E. R. The potencialities for decreasing soil moisture evaporation loss. **Proceedings. Soil Science Society of América**, Madison, v. 20, p. 120-125. 1956.
- LEVIEN, R.; COGO, N.P.; ROCKENBACH, C.A. Erosão na cultura do milho em diferentes sistemas de cultivo anterior e métodos de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, n. 14, p. 73-80. 1990.
- MODEL, N.S. **Rendimento de milho e aveia e propriedades do solo relacionados ao modo de aplicação de fósforo e potássio e técnicas de preparo do solo**. Porto Alegre: UFRGS, 1990, 115f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, UFRGS. 1990.
- SHANHOLTZ, V.O.; LILLARD, J.H. Tillage system effects on water use efficiency. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, n. 24, p. 186-189. 1969.
- WILLIS, W.O. Effects of partial surface covers on evaporation from soil. **Proceedings. Soil Science Society of América**, Madison, n.26, p. 598-601. 1962.

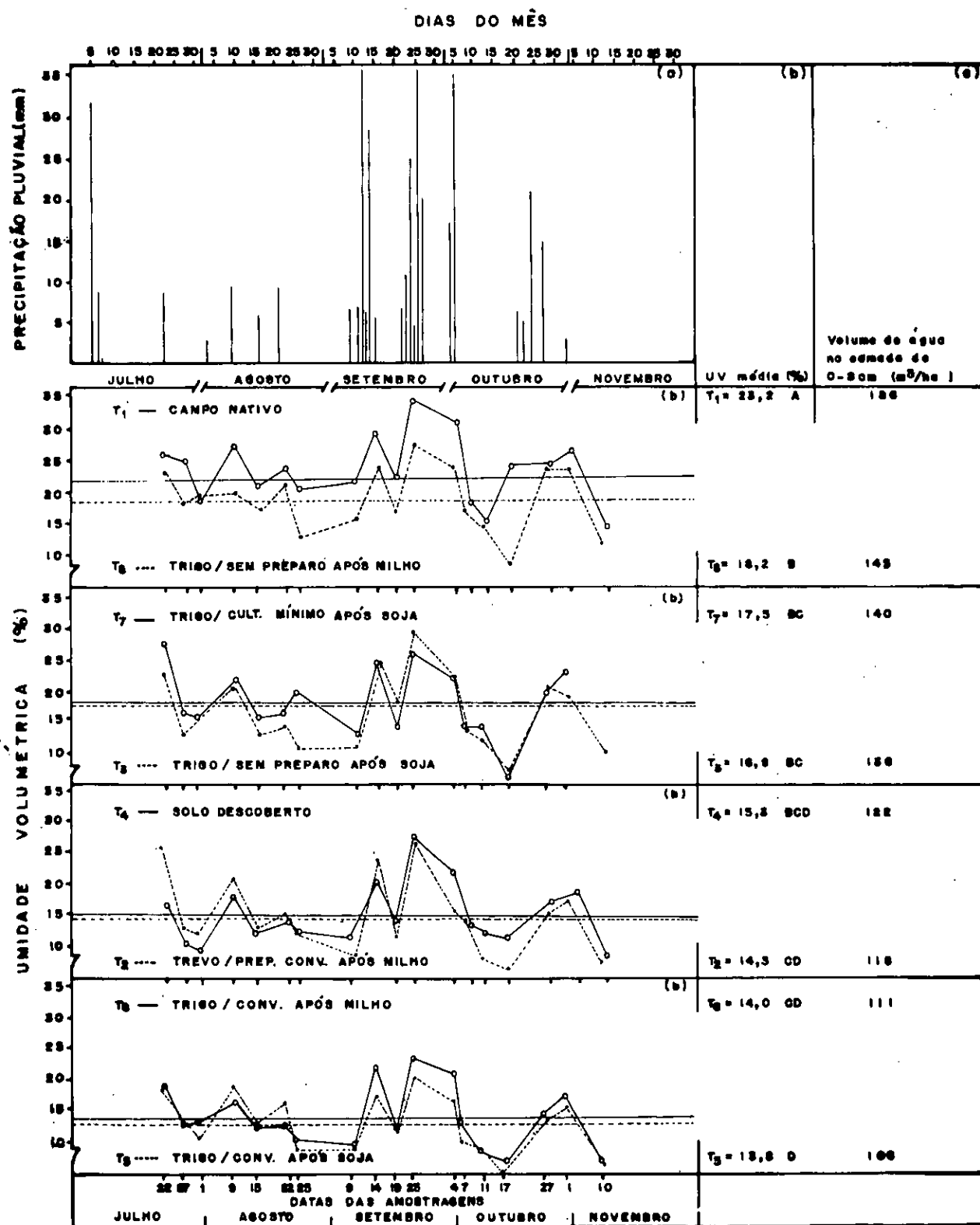


FIGURA 1 Precipitação pluvial (a), umidade volumétrica (b) e volume de água armazenada, (c) na camada de 0-8 cm nos diversos sistemas de manejo do solo nas datas indicadas.

OBS.: Médias de umidade volumétrica (b) seguidas da mesma letra não diferem entre si (Tukey, 5%)

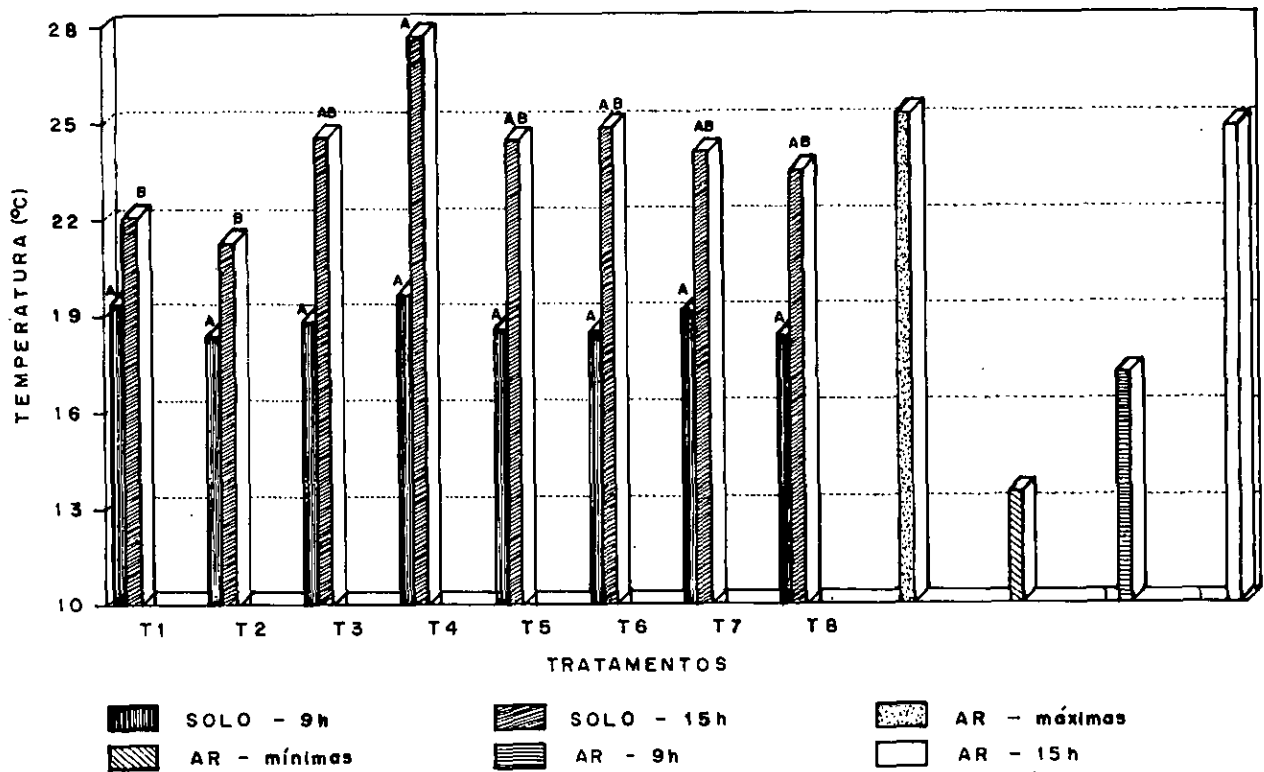


FIGURA 2 Valores médios da temperatura do solo (5 cm) às 9 e 15 horas, das máximas e das mínimas do dia e da temperatura do ar nos mesmos horários, em função dos tratamentos aplicados ao solo.
 OBS.: Para o mesmo horário, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si (Tukey, 5%)

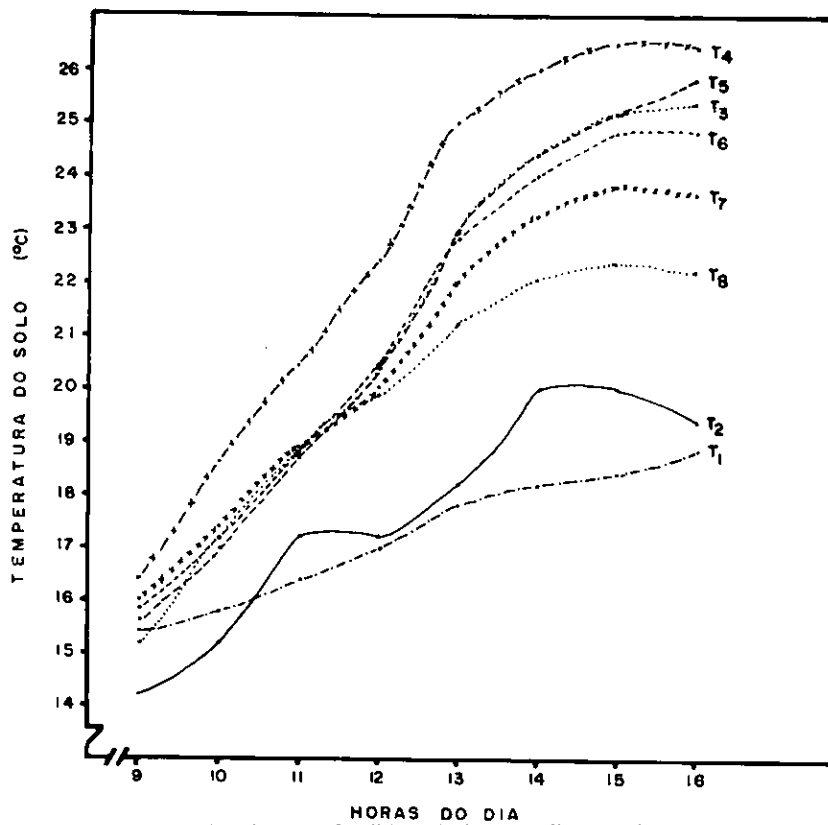


FIGURA 3 Evolução da temperatura do solo na profundidade de 5 cm nos diversos sistemas de manejo do solo no dia 14 de agosto de 1990

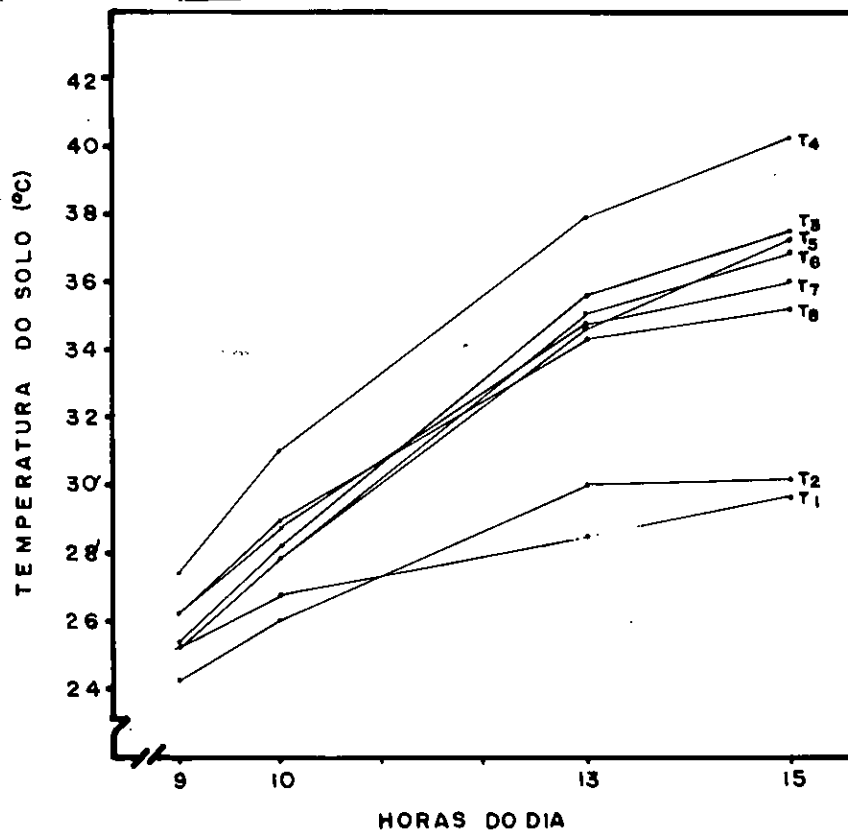


FIGURA 4 Evolução da temperatura do solo na profundidade de 5 cm nos diversos sistemas de manejo do solo no dia 20 de novembro de 1990