

TEMPERATURA DO SOLO EM FUNÇÃO DO PREPARO DO SOLO E DO MANEJO DA COBERTURA DE INVERNO⁽¹⁾

Carlos Eduardo Angeli Furlani⁽²⁾, Carlos Antonio Gamero⁽³⁾, Renato Levien⁽⁴⁾, Rouverson Pereira da Silva⁽⁵⁾ & Jorge Wilson Cortez⁽⁶⁾

RESUMO

Com o objetivo de avaliar o efeito do preparo do solo e do manejo da cobertura de inverno (consórcio aveia-preta + nabo forrageiro) sobre a temperatura do solo, realizou-se um experimento em um Nitossolo em Botucatu-SP no outono/inverno de 2000. Utilizou-se um delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 3 x 3 (três preparos e três manejos). O preparo do solo constou de: preparo convencional, preparo conservacionista com escarificação e plantio direto, e o manejo da cobertura: consórcio dessecado, rolado e triturado. Foram avaliados a temperatura do solo (termopares) a 5 cm de profundidade, de hora em hora, aos 7, 14, 30, 45 e 60 dias após a emergência das plantas do consórcio; o teor de água do solo na profundidade de 10 cm, nas mesmas épocas; e a cobertura do solo (massa seca e índice de cobertura), imediatamente após aplicação dos tratamentos. O sistema plantio direto apresentou temperaturas do solo menores que as do preparo convencional, até o 14º dia após emergência (DAE) das plantas. A partir do 30º DAE das plantas, a temperatura não foi mais influenciada pelos tratamentos, devido à cobertura do consórcio e ocorrência de boa disponibilidade de água no solo. Os manejos da cobertura com rolo-faca, triturador e herbicida não influenciaram a temperatura do solo. A temperatura do solo não interferiu no crescimento e desenvolvimento das culturas de cobertura.

Termos de indexação: cobertura do solo, mobilização do solo, amplitude térmica.

⁽¹⁾ Recebido para publicação em outubro de 2005 e aprovado em agosto de 2007.

⁽²⁾ Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Rural, Universidade Estadual Paulista – UNESP/Jaboticabal. Rod. Paulo Donato Castellane s/n, CEP 14884-900 Jaboticabal (SP). Bolsista Produtividade do CNPq. E-mail: furlani@fcav.unesp.br

⁽³⁾ Professor Titular, Departamento de Engenharia Rural, Universidade Estadual Paulista – UNESP/Botucatu. Fazenda Lageado, Caixa Postal 234, CEP 18603-970 Botucatu (SP). E-mail: gamero@fca.unesp.br

⁽⁴⁾ Professor Adjunto, Departamento de Solos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Av. Bento Gonçalves 7712, CEP 91501-970 Porto Alegre (RS). E-mail: renatole@ufrgs.br

⁽⁵⁾ Professor Doutor, Departamento de Engenharia Rural, UNESP/Jaboticabal. Bolsista Produtividade do CNPq. E-mail: rouverson@fcav.unesp.br

⁽⁶⁾ Doutorando, Departamento de Engenharia Rural, UNESP/Jaboticabal. Bolsista CAPES. E-mail: jorge.cortez@posgrad.fcav.unesp.br

SUMMARY: SOIL TEMPERATURE AS AFFECTED BY SOIL TILLAGE AND MANAGEMENT OF WINTER COVER CROPS

To evaluate the effect of soil tillage and management of winter cover crops (black oat + radish intercrop) on the soil temperature, an experiment was conducted in a Nitossol (Alfisol) in Botucatu, state of São Paulo, Brazil, in the 2000 fall/winter season. A design in randomized blocks was used in a 3 x 3 factorial scheme (three tillage and three cover crop managements). Soil tillage consisted of: conventional tillage, conservation tillage with chiseling, and no-tillage. The cover crops managements included plant killing with post-emergence herbicide, rolling, or shredding. The soil temperature (thermocouples) was evaluated at a depth of 5 cm, every hour, 7, 14, 30, 45, and 60 days after plant emergence; the soil water content at a depth of 10 cm, at the same dates and, the soil surface coverage (dry mass and cover index) were measured immediately after treatment application. Lower soil temperatures were observed in the no-tillage system than under conventional tillage until the 14th day after plant emergence (DAE). From the 30th DAE, the temperature was no longer influenced by the treatments due to the soil cover and sufficient water availability in the soil. The cover managements with plant rolling, shredding, or herbicide had no influence on the soil temperature. The soil temperature did not affect the development of the cover crops.

Index terms: cover crop, thermal amplitude, soil mobilization.

INTRODUÇÃO

O preparo do solo modifica suas condições naturais e, juntamente com o manejo da cultura nele implantada, altera os atributos da camada superficial. A cobertura do solo funciona como proteção, reduzindo a amplitude de temperatura e, por conseqüência, diminuindo a evaporação. Em períodos de estiagem, isso representa economia de até 20 % de água, permitindo melhor germinação (Primavesi, 1987).

A temperatura do solo pode influenciar o crescimento e o desenvolvimento vegetal e, conseqüentemente, afetar três funções importantes no solo: a biológica, a química e a física, podendo controlar o poder produtivo, o desenvolvimento e a distribuição de plantas no solo (Mota, 1989).

Existem algumas formas de criar um ambiente favorável às plantas, como, por exemplo, a cobertura vegetal. Segundo Castro (1989), a cobertura do solo reduz sua temperatura durante as horas mais quentes do dia. Em solo preparado com escarificador, a amplitude térmica foi de 13 °C e a máxima de 35 °C, enquanto em plantio direto a amplitude foi de 5 °C e a máxima de 29 °C. Esse autor afirma ainda que o excessivo aquecimento do solo, no início do estabelecimento das culturas, compromete a absorção de nutrientes pelas plantas. Bragagnolo & Mielniczuk (1990) afirmam que a cobertura do solo, além de reduzir as perdas de água por evaporação, mantém a temperatura do solo em níveis mais baixos.

Levien et al. (2005) observaram que a amplitude térmica do solo até um mês após a emergência do milho foi menor nos tratamentos com escarificação e plantio direto em relação ao convencional; contudo, após esse período, essas diferenças deixaram de existir,

devido à cobertura do solo propiciada pela cultura do milho, em torno de 50 %.

Lal (1974) encontrou temperatura máxima diária de 41 °C para preparo convencional e 32 °C para plantio direto, e mínimas de 26 e 26,5 °C, respectivamente. Essa menor temperatura no plantio direto nos primeiros 10 cm de profundidade também foi verificada por Vieira et al. (1991) e Salton & Mielniczuk (1995). Nessa camada de solo, onde ocorre maior variação de temperatura, a quantidade de raízes da maioria das culturas é bem maior (Rosolem et al., 1992).

As temperaturas altas têm efeitos negativos sobre plântulas e raízes e na atividade microbiana. Simultaneamente, provocam ainda maiores perdas por evaporação, principalmente no preparo convencional, pois a secagem da camada superficial do solo é mais rápida, influenciando negativamente esses fatores (Derpsch et al., 1991).

A hipótese deste trabalho é de que, na camada superficial, a temperatura do solo é alterada pelo sistema de manejo adotado, o que afeta o crescimento e o desenvolvimento das culturas.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a variação da temperatura em três preparos do solo em três formas de manejo da cobertura vegetal.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado nos meses de março a julho de 2000 na Fazenda Experimental Lageado, FCA/UNESP, Botucatu - SP, em um Nitossolo

(Embrapa, 1999) com declividade de 0,03 m m⁻¹. A semeadura das culturas de inverno foi realizada em abril, e a daquelas de verão, em novembro.

Nos preparos do solo, realizados em março, foram utilizados: (a) convencional (arado de discos e grade leve), (b) conservacionista (escarificador) e (c) plantio direto. Estes foram combinados com manejos da cobertura vegetal (consórcio aveia-preta + nabo forrageiro) realizados em julho: (a) dessecado, (b) rolado e (c) triturado. Os tratamentos, tanto de preparo do solo como de manejo da cobertura vegetal, foram realizados da mesma forma por três anos consecutivos, sendo as medições da temperatura feitas no terceiro ano (2000).

Durante esse período foram cultivados soja, milho e feijão no verão e aveia-preta + nabo forrageiro no inverno. A cultura do milho precedeu este consórcio ou subsequente o cultivo de outono-inverno, no qual se procedeu às avaliações de temperatura.

A semeadora-adubadora utilizada no outono-inverno foi de arrasto, com 15 linhas espaçadas de 200 mm e sulcadores de discos duplos para semente e fertilizante.

No preparo convencional do solo, utilizaram-se arado reversível de quatro discos com diâmetro de 760 mm (30") e grade niveladora leve excêntrica com 32 discos (16 lisos e 16 recortados) de 508 mm (20") de diâmetro. Na escarificação, utilizou-se escarificador de arrasto com sete hastes espaçadas de 334 mm, ponteira de 50 mm de largura, equipado com discos de corte de palhada e rolo destorroador/nivelador. Os dois preparos foram regulados para a profundidade de trabalho de 30 cm. Os equipamentos utilizados no manejo da cobertura vegetal foram: triturador de restos culturais, com 32 pares de facas; rolo-faca de arrasto, com dois rolos de 750 kg cada; e pulverizador de barras, com tanque de 600 L de calda e barra de 12 m, equipado com bicos tipo leque.

A temperatura do solo foi medida por meio da inserção de hastes metálicas (termopares) na profundidade de 5 cm. Foram realizadas leituras das 7 às 17 h, a cada intervalo de uma hora, em cinco épocas: aos 7, 14, 30, 45 e 60 dias após a emergência das plantas (DAE) do consórcio aveia-preta + nabo forrageiro. O teor de água do solo (base seca) foi determinado nessas cinco épocas, em amostras da profundidade de 0 a 10 cm, utilizando-se método da Embrapa (1979).

A massa seca da cobertura vegetal foi determinada imediatamente após a realização dos preparos, utilizando-se um quadrado de madeira, de 0,5 m de lado (0,25 m²), coletando-se toda a biomassa vegetal; esse material foi seco em estufa a 67 °C por 48 h. A percentagem de cobertura vegetal do solo após o preparo (IC1) e após a semeadura (IC2) do consórcio aveia-preta + nabo forrageiro foi determinada por método descrito por Laflen et al. (1981).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 3 (três preparos x três manejos) com quatro repetições, em parcelas com dimensões de 25 x 7 m. Após análise de variância, quando o valor do teste F foi significativo efetuou-se a comparação das médias pelo teste de Tukey a 5 %.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A massa seca e o índice de cobertura vegetal sobre o solo, antes do período de medição da temperatura, foram maiores no plantio direto, seguido dos preparos escarificação e convencional (Quadro 1). Esses resultados corroboram os de Levien (1999), que encontrou valores de cobertura do solo após os preparos de 11, 62 e 80 % para o convencional, escarificação e plantio direto e, após a semeadura, de 18, 57 e 81 %, respectivamente. Para os sistemas de manejo das plantas de cobertura do solo utilizados, essas variáveis não apresentaram diferença estatística, demonstrando que o manejo do consórcio aveia+nabo forrageiro (rolado, triturado ou dessecado) não influenciou a cobertura do solo. Os valores de massa seca e cobertura vegetal obtidos no plantio direto e no preparo com escarificação ratificam que esses sistemas são mais conservacionistas do que o convencional, conforme citam Allmaras & Dowby (1985).

O teor de água do solo na camada de 0–10 cm de profundidade foi superior no sistema plantio direto em relação ao preparo convencional aos 14, 30 e 45 DAE; no entanto, o plantio direto foi superior ao tratamento escarificação apenas no 14° DAE. Lima et al. (1997) observaram que o armazenamento de água foi maior em solo preparado com escarificador, quando comparado com o plantio direto e preparo convencional.

O sistema plantio direto apresentou temperatura do solo inferior à do preparo convencional, das 8 às 17 h, e essa diferença (amplitude térmica) foi aumentando no decorrer do dia – de 0,8 °C (8 h) para 4,7 °C (16 h) (Quadro 2). O preparo com escarificador ficou em posição intermediária nos horários de 9 e 17 h, sendo semelhante ao plantio direto e inferior ao convencional às 10, 13, 14, 15 e 16 h. Essa diferença de temperatura está relacionada à quantidade e à distribuição da cobertura vegetal, maior no sistema plantio direto. Os resíduos sobre o solo reduzem a temperatura e a amplitude térmica, devido à reflexão e à absorção de energia solar incidente, diminuindo assim a perda de água por evaporação (Wierenga et al., 1982). Os manejos da cobertura vegetal não influenciaram a temperatura do solo. Unger (1978) observou que a temperatura do solo a 10 cm de profundidade reduziu quando este estava coberto com palhada de milho e verificou ainda que essa redução tem relação direta e significativa com o aumento da quantidade de palha – o mesmo ocorreu para a amplitude térmica.

Quadro 1. Matéria seca e índice de cobertura vegetal do consórcio aveia-preta + nabo forrageiro e teor de água na camada de 0–10 cm do solo, em cinco épocas, teste F, coeficiente de variação (CV %) e teste de Tukey a 5 %, para três sistemas de preparo do solo (P) e de manejo cultural (M) e sua interação (P x M)

Fator	Cobertura do solo			Teor de água do solo/épocas ⁽²⁾				
	Massa seca	IC 1 ⁽¹⁾	IC 2 ⁽¹⁾	7	14	30	45	60
	kg ha ⁻¹	%		cm ³ cm ⁻³				
Sistema de preparo do solo ⁽³⁾ – (P)								
PD	3.395a	100a	92a	0,295a	0,287a	0,267a	0,262a	0,287a
ES	1.352b	76b	52b	0,290a	0,249b	0,245ab	0,247a	0,282a
CV	195c	12c	11c	0,279a	0,236b	0,226b	0,226b	0,266a
Sistema de manejo da cobertura do solo ⁽⁴⁾								
RF	1.651a	63a	53a	0,284a	0,248a	0,239a	0,250a	0,273a
TR	1.477a	63a	50a	0,293a	0,261a	0,245a	0,249a	0,274a
HE	1.815a	62a	52a	0,287a	0,265a	0,254a	0,235a	0,288a
Teste F								
P	138,3*	1.354,4*	430,3*	2,32ns	13,13*	7,76*	10,84*	3,19ns
M	1,49ns	0,29ns	0,06ns	0,80ns	1,45ns	1,10ns	2,59ns	1,77ns
P x M	0,07ns	1,65ns	0,78ns	1,97ns	0,84ns	1,13ns	2,16ns	0,17ns
CV (%)	28	6,8	13	6,6	9,9	10	7,7	7,7

⁽¹⁾ Matéria seca: massa da cobertura vegetal seca do solo, avaliada após realização dos preparos do solo; IC 1: percentual de cobertura do solo, avaliada após realização do preparos do solo; e IC 2: percentagem de cobertura do solo, avaliada após a semeadura das culturas de inverno. ⁽²⁾ Época: determinação do teor de água do solo (camada de 0–10 cm), realizados aos 7, 14, 30, 45 e 60 dias após a emergência (DAE) de cobertura do solo. ⁽³⁾ PD: plantio direto, ES: escarificação (escarificador + rolo destorroador) e CV: convencional (arado + gradagens niveladoras). ⁽⁴⁾ RF: rolo-faca, TR: triturador mecânico e HE: dessecação com herbicida glyphosate. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem a 5 %.

Quadro 2. Valores médios, teste F e coeficiente de variação (CV %) para a temperatura do solo obtida a 5 cm de profundidade e a cada hora, aos sete dias após emergência das plantas (DAE) do consórcio aveia-preta + nabo forrageiro, para três sistemas de preparo do solo e de manejo cultural

Fator	Temperatura do solo a 5 cm de profundidade (°C) (15/04)										
	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h
Sistema de preparo do solo ⁽¹⁾ – (P)											
PD	22,9a	22,7b	23,0c	23,4b	24,1b	25,5b	26,9b	27,4b	27,5b	27,5b	27,4c
ES	23,1a	23,2ab	23,6b	24,4b	25,4ab	26,6ab	28,2b	28,8b	29,1b	29,0b	28,9b
CV	23,4a	23,5a	24,4a	25,6a	26,4a	27,9a	30,7a	31,8a	32,1a	32,2a	31,5a
Sistema de manejo da cobertura do solo ⁽²⁾ – M											
RF	23,1a	22,9a	23,5a	24,5a	25,6a	27,0a	29,1a	29,8a	30,1a	29,9a	29,6a
TR	23,3a	23,3a	23,6a	24,2a	25,1a	26,7a	28,5a	29,1a	29,4a	29,4a	29,0a
HE	23,0a	23,2a	23,9a	24,8a	25,2a	26,3a	28,3a	29,1a	29,3a	29,3a	29,2a
Teste F ⁽³⁾											
P	0,75ns	7,84*	29,35*	11,02*	7,74*	3,62*	9,56*	13,5*	18,57*	19,86*	29,3*
M	0,22ns	1,20ns	2,11ns	0,77ns	0,38ns	0,28ns	0,36ns	0,37ns	0,69ns	0,42ns	0,71ns
P x M	1,80ns	2,54ns	0,91ns	0,56ns	1,26ns	1,23ns	1,47ns	1,05ns	0,89ns	0,59ns	0,65ns
CV (%)	4,2	2,3	1,9	4,7	5,5	8,5	7,5	7,3	6,4	6,3	4,6

⁽¹⁾ PD: plantio direto, ES: escarificação (escarificador + rolo destorroador) e CV: convencional (arado + gradagens niveladoras).

⁽²⁾ RF: rolo-faca, TR: triturador mecânico e HE: dessecação com herbicida glyphosate. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem a 5 %.

⁽³⁾ P: preparo do solo, M: manejo cultural e P x M: interação P e M.

No 14° DAE (Quadro 3), a temperatura do solo variou de forma semelhante à observada no 7° DAE, ou seja, das 8 às 17 h, o sistema plantio direto apresentou menor temperatura que no preparo convencional, porém a amplitude térmica foi menor, variando de um mínimo de 0,7 °C (8 h) até 2,8 °C (14 h). Essa menor amplitude no 14° DAE, comparado ao 7° DAE, pode estar relacionada com o maior crescimento da cobertura vegetal, no 14° DAE (Quadro 1), bem como com o teor de água, que nessa época no plantio direto foi 5 % maior do que no convencional, concordando com Derpsch et al. (1991), Vieira et al. (1991) e Salton & Mielniczuk (1995). Os manejos novamente não influenciaram a temperatura do solo.

Aos 30, 45 e 60 DAE, os sistemas de preparo não influenciaram a temperatura do solo, provavelmente pelo fato de o consórcio aveia-preta/nabo forrageiro apresentar mais de 3.000 kg ha⁻¹ de matéria seca, mesmo estando com teor de água do solo menor no preparo convencional aos 30 e 45 DAE. Isso pode sugerir que, nessas épocas, o efeito “sombreamento” sobre a temperatura do solo foi mais significativo do que pequenas (< 5 %) diferenças no teor de água do solo. Por outro lado, ressalta-se que em maio e junho de 2000 choveu 157 mm (102 mm mais do que a média histórica), o que pode ter influenciado a disponibilidade, o teor de água e a temperatura a 5 cm de profundidade do solo, a partir do 30° DAE. As temperaturas mínimas e máximas para essas três datas foram: 17,1 e 21,4 °C; 18,6 e 21,3 °C; e 14,3 e 18,2 °C, respectivamente.

A matéria vegetal seca da parte aérea das coberturas vegetais não apresentou diferença estatística entre os tratamentos de preparo do solo e manejos, apresentando, aos 30 DAE, média de 994 kg ha⁻¹; aos 60 DAE, média de 3.234 kg ha⁻¹; e aos 90 DAE, média de 6.667 kg ha⁻¹. Nesse período, as plantas não tiveram problemas de umidade, pois em maio (correspondente ao 30° DAE) ocorreu precipitação de 136 mm (distribuída em decêndios: 84, 8 e 44 mm, respectivamente) e em junho (no 60° DAE) choveu 21 mm (distribuídos em decêndios: 0, 18 e 3 mm, respectivamente). Por essa razão, o crescimento das culturas de cobertura de inverno não foi influenciado pela temperatura do solo.

Verificou-se que, no início de estabelecimento das culturas (primeiros 15 dias), a temperatura do solo foi mais influenciada pelo sistema de preparo do solo do que pelo sistema de manejo da cobertura vegetal do consórcio aveia-preta + nabo forrageiro e que essa influência foi significativa; resultados semelhantes foram encontrados por Levien et al. (2005) com a cultura do milho.

CONCLUSÕES

1. O plantio direto apresentou temperaturas (5 cm de profundidade) do solo menores do que o preparo convencional até o 14° dia após emergência das plantas do consórcio aveia-preta + nabo forrageiro. A partir de 30 dias após emergência das plantas, a temperatura

Quadro 3. Valores médios, teste F e coeficiente de variação (CV %) para a temperatura do solo obtida a 5 cm de profundidade e a cada hora, aos 14 dias após emergência das plantas (DAE) do consórcio aveia-preta + nabo forrageiro, para três sistemas de preparo do solo e de manejo cultural

Fator	Temperatura do solo a 5 cm de profundidade (°C) (23/04)										
	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h
Sistema de preparo do solo ⁽¹⁾ – (P)											
PD	22,4a	22,5b	22,7b	23,1b	24,1b	25,1b	26,0b	26,5b	26,4b	26,5b	26,2c
ES	22,8a	22,9ab	23,1b	23,7ab	25,0ab	26,1ab	27,0ab	27,5b	27,7ab	27,4b	27,0b
CV	22,9a	23,2a	23,9a	24,5a	26,1a	27,5a	28,6a	29,3a	29,0a	29,1a	28,5a
Sistema de manejo da cobertura do solo ⁽²⁾ – M											
RF	22,5a	22,7a	23,1a	23,7a	25,4a	26,8a	27,8a	28,4a	28,7a	28,2a	27,6a
TR	22,8a	23,0a	23,4a	23,6a	24,7a	25,9a	26,9a	27,6a	27,4a	27,6a	27,2a
HE	22,8a	22,9a	23,3a	24,0a	25,2a	26,3a	27,0a	27,7a	27,6a	27,7a	27,2a
Teste F ⁽³⁾											
P	2,41ns	6,38*	11,8*	7,85*	6,93*	5,73*	5,18*	8,74*	11,93*	15,59*	27,12*
M	1,07ns	1,25ns	0,75ns	0,38ns	0,36ns	0,40ns	0,41ns	0,62ns	2,27ns	1,08ns	1,83ns
P x M	1,73ns	1,01ns	1,66ns	1,41ns	1,50ns	1,54ns	1,32ns	2,01ns	2,01ns	1,56ns	1,25ns
CV (%)	2,6	2,0	2,9	4,3	6,2	7,7	8,3	6,8	5,5	4,8	3,3

⁽¹⁾ PD: plantio direto, ES: escarificação (escarificador + rolo destorroador) e CV: convencional (arado + gradagens niveladoras).

⁽²⁾ RF: rolo-faca, TR: triturador mecânico e HE: dessecação com herbicida glyphosate. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem a 5 %. ⁽³⁾ P: preparo do solo, M: manejo cultural e P x M: interação P e M.

do solo não foi influenciada pelos sistemas de preparo em razão do grande crescimento das culturas de cobertura e da adequada disponibilidade de água.

2. O manejo da cobertura vegetal do consórcio aveia-preta + nabo forrageiro com rolo-faca, triturador e herbicida não influenciou a temperatura do solo ao longo do tempo.

LITERATURA CITADA

- ALLMARAS, R.R. & DOWBY, R.H. Conservation tillage systems and their adoption in the United States. *Soil Till. Res.*, 5:197-22, 1985.
- BRAGAGNOLO, N. & MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por palha de trigo e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo. *R. Bras. Ci. Solo*, 14:367-374, 1990.
- CASTRO, O.M. Preparo do solo para a cultura do milho. Campinas, Fundação Cargill, 1989. 41p.
- DERPSCH, R.; ROTH, C.H.; SIDIRAS, N. & KOPKE, U. Controle da erosão no Paraná, Brasil: Sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. Eschborn, GTZ, 1991. 272p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, 1999. 412p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Manual de métodos de análise do solo. Rio de Janeiro, 1979.
- LAFLEN, J.M.; AMEMIYA, A. & HINTZ, E.A. Measuring crop residue cover. *J. Soil Water Conserv.*, 36:341-343, 1981.
- LAL, R. No tillage effects on soil properties and maize (*Zea mays* L.) production in Western Nigéria. *Plant Soil*, 40:321-331, 1974.
- LEVIEN, R. Condições de cobertura e métodos de preparo do solo para a implantação da cultura do milho (*Zea mays* L.). Botucatu, Universidade Estadual Paulista, 1999. 305p. (Tese de Doutorado)
- LEVIEN, R.; GAMERO, C.A. & FURLANI, C.E.A. Temperaturas do solo e do ar durante o desenvolvimento do milho em diferentes condições de manejo do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 34., Canoas, 2005. Anais. Porto Alegre, Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 2005. CD-ROM.
- LIMA, E.P.; SALVADOR, N. & FARIA, M.A. Efeito de restos culturais de milho (*Zea mays* L.) e sistemas de preparo do solo sobre a cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) irrigado e retenção de umidade do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26., Campina Grande, 1997. Anais. Campina Grande, Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1997. CD-ROM.
- MOTA, F.S. Meteorologia agrícola. São Paulo, Nobel, 1989. 201p.
- PRIMAVESI, A. Manejo ecológico do solo: A agricultura em regiões tropicais. São Paulo, Nobel, 1987. 549p.
- ROSOLEM, C.A.; FURLANI JÚNIOR, J.A.; BICUDO, S.J. & MOURA, E.G. Preparo do solo e sistema radicular do trigo. *R. Bras. Ci. Solo*, 16:115-120, 1992.
- SALTON, J.C. & MIELNICZUK, J. Relações entre sistemas de preparo, temperatura e umidade de um Podzólico Vermelho Escuro de Eldorado do Sul (RS). *R. Bras. Ci. Solo*, 19:313-319, 1995.
- UNGER, P.W. Straw mulch effects on soil temperatures and sorghum germination and growth. *Agron. J.*, 70:858-864, 1978.
- VIEIRA, S.R.; NASCIMENTO, P.C.; SARVASI, F.O.C. & MOURA, E.G. Umidade e temperatura da camada superficial do solo em função da cobertura morta por resteva de soja em plantio direto. *R. Bras. Ci. Solo*, 15:219-224, 1991.
- WIERENGA, P.J.; NIELSEN, D.R.; HORTON, R. & KIES, B. Tillage effects on soil temperature and thermal conductivity. In: ANNUAL MEETING SOIL SOCIETY OF AGRONOMY, 30., Detroit, 1980. Proceeding. Detroit, Soil Science Society America, 1982. p.69-90.