

MANEJO DO SOLO COM COBERTURAS VERDES DE INVERNO¹

ROLF DERPSCH², NIKOLAOS SIDIRAS³ e FRANZ X. HEINZMANN⁴

RESUMO - Foram conduzidos experimentos de campo para avaliar os efeitos residuais do tremoço-branco (*Lupinus albus*), ervilhaca-peluda (*Vicia villosa*), chícharo (*Lathyrus sativus*), centeio (*Secale cereale*), aveia-preta (*Avena strigosa*), trigo (*Triticum aestivum*), nabo-forageiro (*Raphanus sativus*), colza (*Brassica napus*), e girassol (*Helianthus annuus*), utilizados como cobertura verde de inverno, na umidade e temperatura do solo e no rendimento das culturas de milho (*Zea mays*), soja (*Glycine max*) e feijão (*Phaseolus vulgaris*) em sistema de plantio direto. Os resultados demonstraram que os teores de umidade do solo foram mais elevados nos resíduos de aveia-preta e menores nos de chícharo e nabo-forageiro. As temperaturas mais elevadas foram determinadas no solo descoberto, e as mais baixas, nos resíduos de aveia-preta. Os rendimentos das culturas de verão foram influenciados pela espécie de planta utilizada como cobertura verde de inverno. Os maiores rendimentos de milho foram obtidos após tremoço-branco, soja após aveia-preta e feijão após nabo-forageiro.

Termos para indexação: umidade do solo, temperatura do solo, plantio direto, adubação verde, *Zea mays*, *Glycine max*, *Phaseolus vulgaris*, *Lupinus albus*, *Vicia villosa*, *Lathyrus sativus*, *Secale cereale*, *Avena strigosa*, *Triticum aestivum*, *Raphanus sativus*, *Brassica napus*, *Helianthus annuus*.

SOIL MANAGEMENT WITH WINTER COVER CROPS

ABSTRACT - Field experiments were conducted to study the effects of white lupine (*Lupinus albus*), broad beans (*Vicia villosa*), lathyrus (*Lathyrus sativus*), rye (*Secale cereale*), black oats (*Avena strigosa*), wheat (*Triticum aestivum*), fodder radish (*Raphanus sativus*), rapeseed (*Brassica napus*), and sunflower (*Helianthus annuus*) on soil temperature, moisture regime and yields of corn (*Zea mays*), soybeans (*Glycine max*), and beans (*Phaseolus vulgaris*) under no-tillage. The highest moisture contents were measured on the plots with black oats and lowest with lathyrus and fodder radish. The maximum soil temperature was obtained on bare plots and the minimum on plots with black oats. Corn, soybeans and beans grain yields were found to be dependent on the winter cover crop species. The highest corn yields were obtained after white lupine, soybeans after black oats, and beans after fodder radish, respectively.

Index terms: soil moisture, soil temperature, no-tillage, green manure, *Zea mays*, *Glycine max*, *Phaseolus vulgaris*, *Lupinus albus*, *Vicia villosa*, *Lathyrus sativus*, *Secale cereale*, *Avena strigosa*, *Triticum aestivum*, *Raphanus sativus*, *Brassica napus*, *Helianthus annuus*.

INTRODUÇÃO

O declínio da produtividade dos solos das regiões tropicais e subtropicais cultivadas continuamente tem sido atribuído principalmente à erosão e à diminuição dos níveis de matéria orgânica (Greenland 1981). A proteção da superfície do solo com resíduos vegetais é um dos meios mais efetivos para reduzir as perdas por erosão devidas à diminuição do impacto direto das gotas de chuva sobre o solo, redução no selamento dos poros e na

velocidade de escorrimento da enxurrada e aumento na infiltração de água (Mannering & Meyer 1963, Wischmeyer 1973). Os efeitos da cobertura vegetal na temperatura do solo, infiltração de ervas daninhas, atividades biológicas, teores de nitrogênio com o uso de leguminosas e disponibilidade e reciclagem de nutrientes, favorecendo um melhor ambiente físico-químico para o desenvolvimento das plantas, têm sido também documentados na literatura (Lal 1981, Wade & Sanchez 1983).

No Estado do Paraná, durante o verão, praticamente toda a área disponível para culturas anuais encontra-se cultivada. No inverno, uma grande parte da área destinada ao cultivo encontra-se em pousio, sujeita à erosão, lixiviação de nutrientes solúveis e exposta à proliferação de ervas daninhas. Assim sendo, torna-se necessária a utilização de espécies de plantas como cobertura verde de inverno para proteger o solo e evitar os efeitos negativos do pousio invernal. Embora tenha sido pu-

¹ Aceito para publicação em 25 de fevereiro de 1985. Trabalho apresentado no XIX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Curitiba, 17-21/10/83.

² Eng. - Agr., Convênio Fundação Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR) e GTZ (Sociedade Alemã de Cooperação Técnica), Caixa Postal 1331, CEP 86100 Londrina, PR.

³ Eng. - Agr., Ph.D., Convênio IAPAR/GTZ.

⁴ Eng. - Agr., Ph.D., Convênio IAPAR/GTZ.

blicada recentemente uma coletânea de trabalhos sobre adubação no Brasil (Encontro . . . 1984), a maioria refere-se a cultivos durante o verão, e são escassas as pesquisas com coberturas verdes de inverno e seus efeitos sobre o solo e a produtividade das culturas sucessoras.

O principal objetivo do presente trabalho foi o de avaliar os efeitos residuais de algumas espécies de plantas utilizadas como adubação verde ou cobertura do solo durante o inverno na umidade e temperatura do solo e na produção das principais culturas que as sucedem.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em um Latossolo Roxo distrófico (LRd) no centro experimental da Fundação Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), cultivado anteriormente com soja sem aplicação de fertilizantes e corretivos. As principais características químicas do solo antes do início do experimento foram apresentadas na publicação de Derpsch (1984).

As espécies utilizadas como cobertura verde foram: tremoço-branco (*Lupinus albus* L.), ervilhaca-peluda (*Vicia villosa* Roth), chícharo (*Lathyrus sativus* L.), centeio (*Secale cereale* L.), aveia-preta (*Avena strigosa* Schieb), trigo (*Triticum aestivum* L.), nabo-forrageiro (*Raphanus sativus* L. var *oleiferus* Metzg.), colza (*Brassica napus* L.) e girassol (*Helianthus annuus* L.). O preparo inicial do terreno consistiu de escarificação a 20 cm e duas gradagens niveladoras. O plantio das coberturas verdes de inverno foi realizado em 12.04.82 em linhas espaçadas a cada 18,2 cm, sem aplicação de fertilizantes, exceto para colza e trigo, que receberam 30 kg/ha de N na forma de sulfato de amônio. As plantas foram mantidas no seguinte stand por m²: tremoço, 26; ervilhaca, 81; chícharo, 50; centeio, 154; aveia, 196; trigo, 250; nabo-forrageiro, 71; colza, 140; e girassol, 50.

A densidade radicular foi avaliada no período do florescimento e consistiu da abertura de trincheiras e posterior retirada de cinco amostras por parcela, com o auxílio de um monolito com dimensões de 20 cm x 20 cm x 90 cm. A separação das raízes foi realizada através de lavagens com água. Os detalhes da metodologia podem ser obtidos na publicação de Köpke (1981).

A matéria verde produzida pelas coberturas verdes de inverno foi avaliada na fase final do florescimento, colhendo-se três amostras por parcela em uma área de 12,5 m². Após as pesagens, foram retiradas subamostras destes materiais (2 kg de massa verde) e transferidas para o laboratório para determinações da matéria seca e teores de nitrogênio e carbono orgânico. A seguir, procedeu-se à secagem a 60°C por um período de 48 horas, pesagem após o equilíbrio com a temperatura ambiente, cálculos da quanti-

dade de matéria seca por unidade de área, e moagem (20 mesh) para análise dos teores de nitrogênio e carbono orgânico, pelos métodos Kjeldhal e Walkley-Black, respectivamente.

Após a retirada das amostras para avaliação das matérias verde e seca e determinação analítica, foi realizado o corte das coberturas verdes de inverno, com exceção do trigo, cujo corte foi realizado após a colheita dos grãos, deixando-se o material vegetal sobre a superfície do solo. A seguir, efetuou-se uma adubação uniforme a lanço em toda a área experimental, aplicando-se 70 kg/ha de P₂O₅ e 40 kg/ha de K₂O.

As culturas de verão: feijão (*Phaseolus vulgaris* L. var. Carioca), soja (*Glycine max.* L. Merrill, var. Bossier) e milho (*Zea mays* L. Pioneer 6872) foram semeadas em outubro (16.10.82) no sistema de plantio direto nas seguintes densidades e espaçamentos entre linhas, respectivamente: 15 pl./m - 51 cm, 20 pl./m - 51 cm e 6,2 pl./m 102 cm.

A temperatura do solo foi avaliada diariamente em cada parcela, às 14 h, com geotermômetro a 3 cm e 6 cm de profundidade, durante o período vegetativo das culturas de verão. A umidade do solo foi determinada semanalmente; durante o mesmo período, pelo método gravimétrico, coletando-se três amostras por parcela com trados tipo meia-lua, nas profundidades de 0 cm - 10 cm e 10 cm - 20 cm.

Na época da colheita, foram avaliados o rendimento, o peso de mil sementes e a quantidade de grãos por planta (feijão e soja) ou grãos por espiga (milho), colhendo-se separadamente três linhas de 0,5 m por parcela para as leguminosas, e de 1,0 m para o milho.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com dez tratamentos e quatro repetições; cada parcela foi composta por uma área de 150 m² (10 m x 15 m). O teste de Tukey foi utilizado para avaliar as diferenças significativas entre os tratamentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Rendimento das coberturas verdes de inverno

Na Tabela 1 são apresentados os resultados de matéria seca das raízes e parte aérea, relação entre matéria seca e verde, teores de N-total e relação C/N. Embora tenham ocorrido condições climáticas desfavoráveis, com estiagem durante as primeiras seis semanas após o plantio, foram observadas produções de matéria seca da parte aérea variando de 1.590 kg/ha (ervilhaca) a 5.590 kg/ha (aveia-preta), e do sistema radicular (0 cm - 90 cm), de 1.270 kg/ha (chícharo) a 3.080 kg/ha (aveia-preta). O grande potencial de produção de massa seca de aveia-preta foi também observado nos trabalhos

TABELA 1. Características de algumas espécies de plantas para adubação verde, no Paraná, após período vegetativo de 139 dias. (125 dias para girassol). Plantio: 12.04.1982.

Espécies	Mat. seca Parte aérea	MS/MV*	Matéria seca Raiz (0-90 cm)	N-total			Relação C/N	
				Parte aérea	Raízes	Total	Parte aérea	Raízes
	kg/ha	%	kg/ha					
Tremoço-branco comum (<i>Lupinus albus</i> , L.)	2.710	18,0	1.500	57	33	90	23	20
Ervilhaca-peluda 'Otsaat' (<i>Vicia villosa</i> Roth)	1.590	16,8	1.580	34	27	61	15	16
Chícharo 'Seda sec 21' (<i>Lathyrus sativus</i> , L.)	2.060	23,9	1.270	36	28	64	22	17
Centeio 'Rhenania' (<i>Secale cereale</i> , L.)	3.330	41,8	1.450	39	17	56	42	25
Aveia-preta comum (<i>Avena strigosa</i> Schieb.)	5.590	23,2	3.080	97	50	147	28	31
Trigo 'Mitacoré' (<i>Triticum aestivum</i> , L.)	1.960	78,0	1.490	23**	24	47	38	26
Nabo-forageiro 'Siletina' (<i>Raphanus sativus</i> L.)	4.750	13,0	1.760	101	34	135	21	20
Colza 'Jumbo' (<i>Brassica napus</i> , L.)	2.220	14,8	1.980	52	39	91	16	21
Girassol 'Estanzuela' (<i>Helianthus annuus</i> , L.)	3.240	18,2	2.300	30	25	55	54	33
DMS Tukey P = 0,05	1.666							

* MS = matéria seca e MV = matéria verde

sobre adubação verde no Rio Grande do Sul (Medeiros et al. 1984). A relação entre as massas seca e verde das diferentes espécies variou de 13% a 75% na época do corte. A alta percentagem de matéria seca do trigo (78%) foi devida ao avançado estado de maturação da cultura na época do corte, sendo esta a única espécie de inverno em que foram colhidos os grãos.

O teor de N-total nas diferentes espécies variou de 47 a 147 kg/ha. Observa-se que o nabo-forageiro e a aveia-preta apresentaram os teores mais elevados de N-total: 135 e 147 kg/ha, respectivamente. Com referência aos valores C/N, os dados da Tabela 1 demonstram que a ervilhaca (leguminosa) e o girassol (composto) apresentaram, respectivamente, as relações mais estreitas e mais amplas, tanto da parte aérea como das raízes.

Rendimento da cultura de verão

As produções expressas em kg/ha das culturas

de verão são apresentadas na Tabela 2. Os resultados demonstraram uma influência marcante dos resíduos das espécies de plantas utilizadas como cobertura de inverno nas produções das culturas de milho, soja e feijão. Para o milho, os melhores rendimentos foram obtidos após tremoço e ervilhaca. Os efeitos benéficos dessas duas leguminosas de inverno na produção do milho, em sistemas de sucessão de culturas, foram também constatadas nos trabalhos de Medeiros et al. (1984). Os resultados também demonstram que as menores produções da cultura do milho foram obtidas após centeio, aveia-preta e girassol (ampla relação C/N).

Para a cultura da soja, o melhor rendimento foi obtido após aveia-preta, e pior, após centeio.

Para a cultura do feijão, em decorrência do plantio tardio (outubro) e de fatores climáticos desfavoráveis, o rendimento foi inferior ao esperado. As melhores produções de feijão foram obtidas após o nabo-forageiro (832 kg/ha) e aveia-preta

TABELA 2. Efeito residual de coberturas verdes de inverno em rotação com culturas de verão, sobre o rendimento das culturas de verão: milho, soja e feijão. Ano Agrícola 82/83.

Coberturas verdes de inverno	Rendimento de grãos kg/ha, 14% umidade		
	Milho Pioneer 6872	Soja Bossier	Feijão Carioca
Leguminosas			
Tremoço-branco comum (<i>Lupinus albus</i> , L.)	6.409 a	2.205 b	697 ab
Ervilhaca-peluda 'Otsaat' (<i>Vicia villosa</i> Roth)	6.321 a	1.808 b	599 bc
Chícharo 'Seda sec 21' (<i>Lathyrus sativus</i> , L.)	4.270 bcd	2.329 a	517 bc
Gramíneas			
Centeio 'Rhenania' (<i>Secale cereale</i> , L.)	3.140 d	1.697 b	572 bc
Aveia-preta comum (<i>Avena strigosa</i> Schieb.)	3.531 cd	3.086 a	800 a
Trigo 'Mitacoré' (<i>Triticum aestivum</i> , L.)	4.097 bcd	1.734 b	513 bc
Crucíferas			
Nabo-forrageiro 'Siletina' (<i>Raphanus sativus</i> , L.)	5.805 ab	2.218 b	832 a
Colza 'Jumbo' (<i>Brassica napus</i> , L.)	4.944 abcd	2.470 ab	661 abc
Composta			
Girassol 'Estanzuela' (<i>Helianthus annuus</i> , L.)	3.893 cd	2.325 a	489 c
Pousio invernal (sem cobertura)	5.114 abc	2.236 b	473 c
DMS (Tukey)	P = 0,05 P = 0,01 (kg/ha)	789	187 252

(800 kg/ha). Os resultados sugerem que as melhores produções das duas leguminosas de verão foram obtidas após o cultivo de uma gramínea ou crucífera durante o inverno.

Os fatores componentes do rendimento das culturas de verão são apresentados na Tabela 3. Para a cultura do milho, os resultados demonstraram que o peso de mil sementes e a quantidade de grãos por espiga foram significativamente superiores nos tratamentos após tremoço e ervilhaca, quando comparados com os resultados obtidos após centeio, aveia-preta, trigo e girassol. Provavelmente, este resultado foi devido à relação C/N mais ampla das gramíneas e composta, causando maior imobilização do N durante a decomposição

dos resíduos e, conseqüentemente, menor disponibilidade deste nutriente às plantas de milho (Jenkinson & Ayanaba 1977). Por outro lado, os efeitos positivos do tremoço e ervilhaca poderiam ser explicados, em parte, pela relação C/N estreita, possibilitando rápida decomposição dos resíduos orgânicos e maior disponibilidade do N e outros nutrientes mineralizados para a cultura do milho. As vantagens do tremoço como adubação verde de inverno na produção do milho têm sido documentadas em outros trabalhos realizados no Brasil (Muzilli et al. 1983, Derpsch 1984, Medeiros et al. 1984). Os resultados apresentados na Tabela 3 também demonstram que não houve consistência entre os valores C/N dos resíduos das coberturas

TABELA 3. Peso de mil sementes e quantidade de grãos por planta/espiga de milho, soja e feijão.

Espécies	Milho		Soja		Feijão	
	Peso 1.000 sementes	N.º grãos/espiga	Peso 1.000 sementes	N.º grãos/planta	Peso 1.000 sementes	N.º grãos/planta
Tremoço-branco comum (<i>Lupinus albus</i> , L.)	231	353	139	41,7	141	15,5
Ervilhaca-peluda 'Otsaat' (<i>Vicia villosa</i> Roth)	240	349	128	42,7	143	12,5
Chícharo 'Seda sec' 21' (<i>Lathyrus sativus</i> , L.)	210	271	136	36,0	130	11,2
Centeio 'Rhenania' (<i>Secale cereale</i> , L.)	201	211	117	29,8	146	10,8
Aveia-preta comum (<i>Avena sgrigosa</i> Schieb.)	204	240	127	44,9	139	14,6
Trigo 'Mitacoré' (<i>Triticum aestivum</i> , L.)	208	258	117	37,1	128	11,7
Nabo-forrageiro 'Siletina' (<i>Raphanus sativus</i> , L.)	226	318	129	50,6	150	16,7
Colza 'Jumbo' (<i>Brassica napus</i> , L.)	215	292	123	43,9	149	13,6
Girassol 'Estanzuela' (<i>Helianthus annuus</i> , L.)	210	251	134	44,4	130	10,2
Pousio invernal (sem cobertura)	227	338	131	51,4	133	11,9
DMS 0,05	20	80	-	-	14	3,4

de inverno com os componentes dos rendimentos das culturas de soja e feijão.

Na Tabela 4 são apresentados os valores das correlações parciais entre os rendimentos das culturas com os fatores componentes da produção. Os resultados sugerem que o número de grãos por espiga (milho) ou por planta (soja e feijão) foi o fator que causou a mais significativa influência na composição dos rendimentos das culturas de verão.

Umidade do solo

Os regimes de umidade do solo nas profundidades 0 cm - 10 cm e 10 cm - 20 cm durante o período vegetativo da soja e do milho são apresentados nas Fig. 1, 2, 3 e 4. Para a cultura da soja, os maiores teores de umidade do solo, em ambas as profundidades, foram registrados nas parcelas contendo resíduos de aveia-preta, e as menores, sob as restevras de chícharo e nabo-forrageiro. A umidade na superfície do solo (0 cm - 10 cm) sob a cobertura com palha de aveia foi cerca de 4,4% a 8,3% su-

TABELA 4. Correlações parciais entre rendimento (R), peso de mil sementes (P) e quantidade de grãos por planta/espiga (G) nas culturas de milho, soja e feijão.

Correlações	Milho	Soja	Feijão
R - P	0,503**	0,503**	0,468**
R - G	0,777***	0,670***	0,899***
P - G	0,051	-0,185	-0,261

perior à da parcela em pousio. Este fato provavelmente contribuiu para a melhor produção da soja (Tabela 2). Os resultados da Fig. 1 também demonstram que os menores teores de umidade do solo nas parcelas com soja foram registrados entre o final de janeiro e início de fevereiro sob os resíduos de chícharo e nabo-forrageiro.

Para a cultura do milho, os maiores teores de umidade do solo foram registrados nas parcelas com resíduos de aveia-preta, e os menores, com

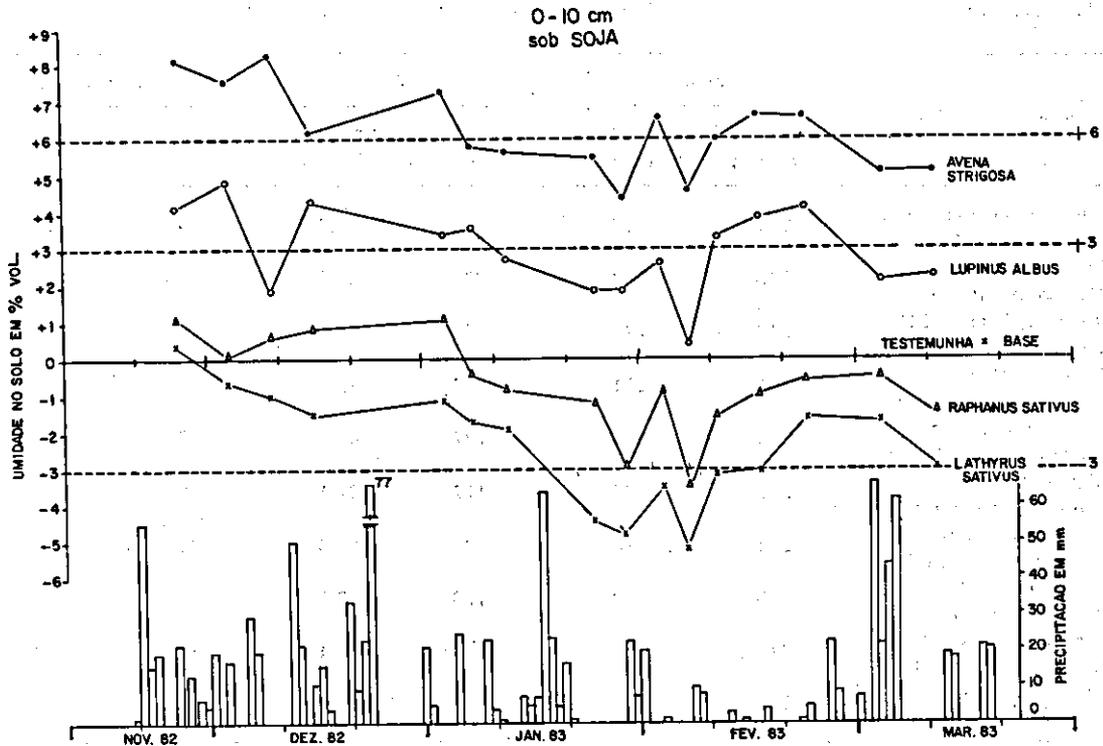


FIG. 1. Efeito das restegas de culturas na umidade em 0 cm - 10 cm de profundidade do solo, durante o cultivo da soja.

chícharo. A umidade do solo, durante o período vegetativo da cultura do milho nas parcelas com resíduos de aveia-preta, foi cerca de 3,0% a 7,4% superior à umidade do solo da parcela com pousio. Em geral, os resultados demonstraram claramente que as perdas de água do solo durante o verão foram reduzidas com a presença de resíduos deixados na superfície de plantas cultivadas durante o inverno.

Temperatura do solo

Nas Fig. 5 e 6 são apresentados os valores de temperatura do solo a 3 cm de profundidade observados durante o período vegetativo da cultura do milho. Como seria esperado, a temperatura do solo nas parcelas sem cobertura vegetal foi mais elevada do que sob os resíduos das culturas de inverno. Por exemplo, as temperaturas mínimas e máximas do solo descoberto foram 26°C e 50,2°C; sob os resíduos de tremoço, 23,6°C e 39,2°C; e sob a palha de aveia, 22,6°C e 37°C, respectivamente. A análise desses parâmetros é de fundamen-

tal importância, em face dos efeitos marcantes que a temperatura do solo exerce na atividade biológica, germinação de sementes, crescimento radicular e absorção de íons (Walker 1969, Hatfield & Egli 1974).

As variações de temperatura do solo a 3 cm e 6 cm de profundidade, no dia 9.12.82, entre as 9 e às 17 h, são apresentadas na Fig. 7. A temperatura do solo descoberto registrada às 9 h, a 3 cm de profundidade, foi de 5°C mais elevado do que sob palha de aveia. A temperatura do solo às 13 h, na mesma profundidade (3 cm), foi de 44,8°C no solo descoberto, 41,2°C sob tremoço, 37,4°C sob nabo-forrageiro, e 29,8°C sob aveia. Os resultados demonstram que, em virtude da maior massa seca deixada após o corte da aveia-preta na superfície do solo, e em face da decomposição mais lenta, ocorre uma diminuição sensível na temperatura, principalmente nos períodos de maior insolação. Foram também observados efeitos semelhantes dos resíduos das coberturas de inverno na temperatura do solo a 6 cm de profundidade.

10 - 20 cm.
sob SOJA

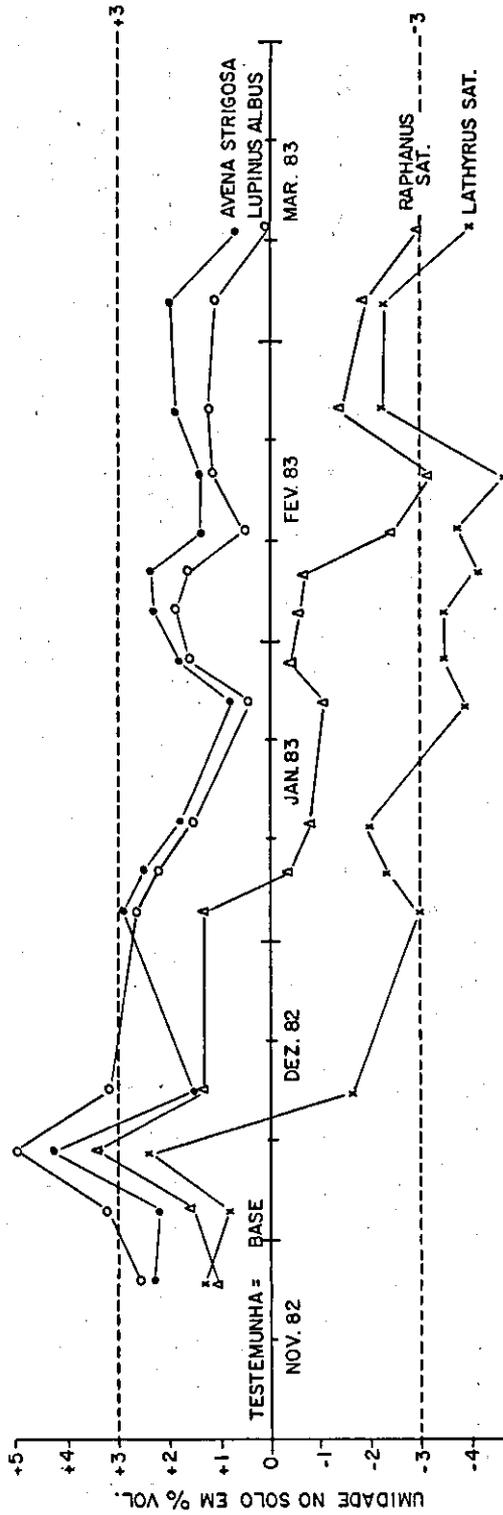


FIG. 2. Efeito das restevas de culturas na umidade em 10 cm - 20 cm de profundidade do solo, durante o cultivo da soja.

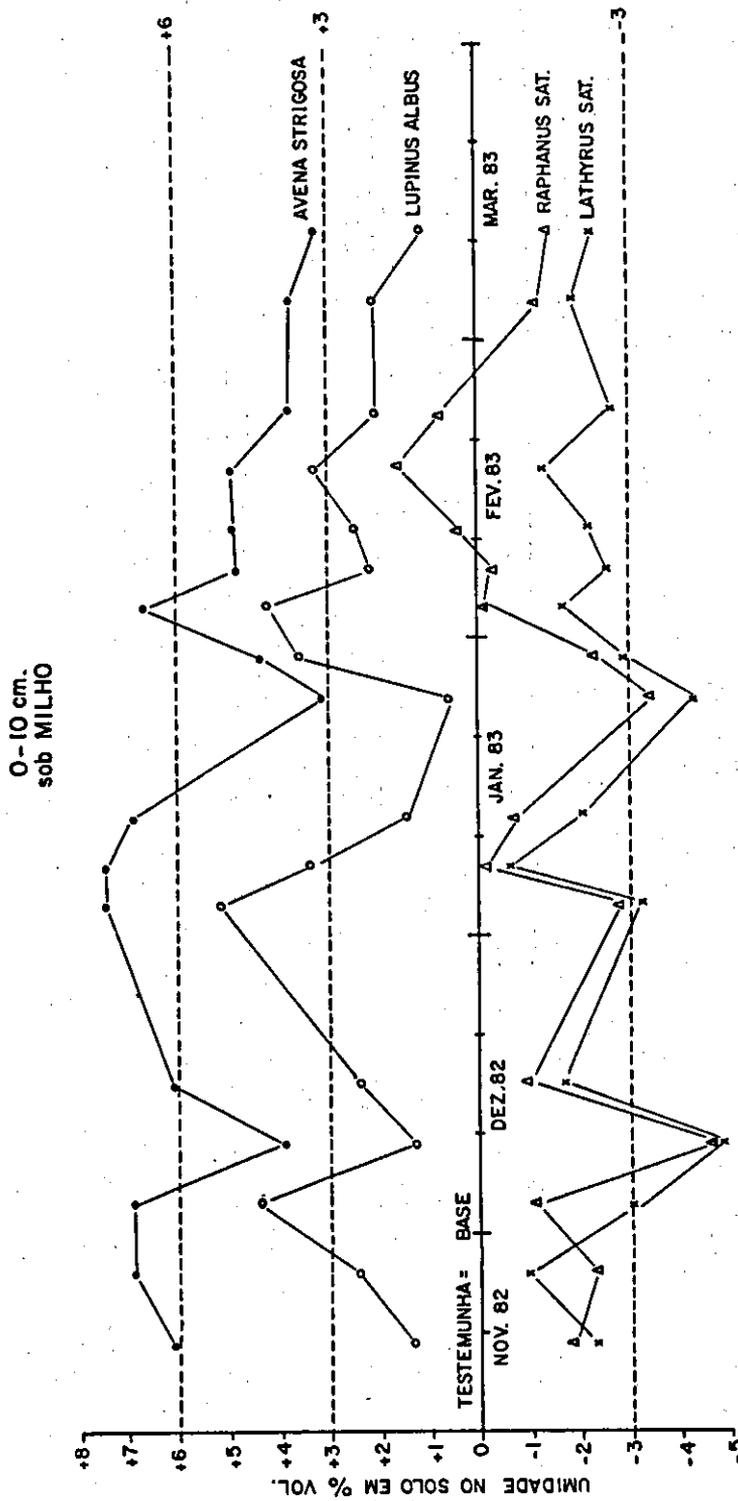


FIG. 3. Efeito das restevas de culturas na umidade em 0 cm - 10 cm de profundidade do solo, durante o cultivo do milho.

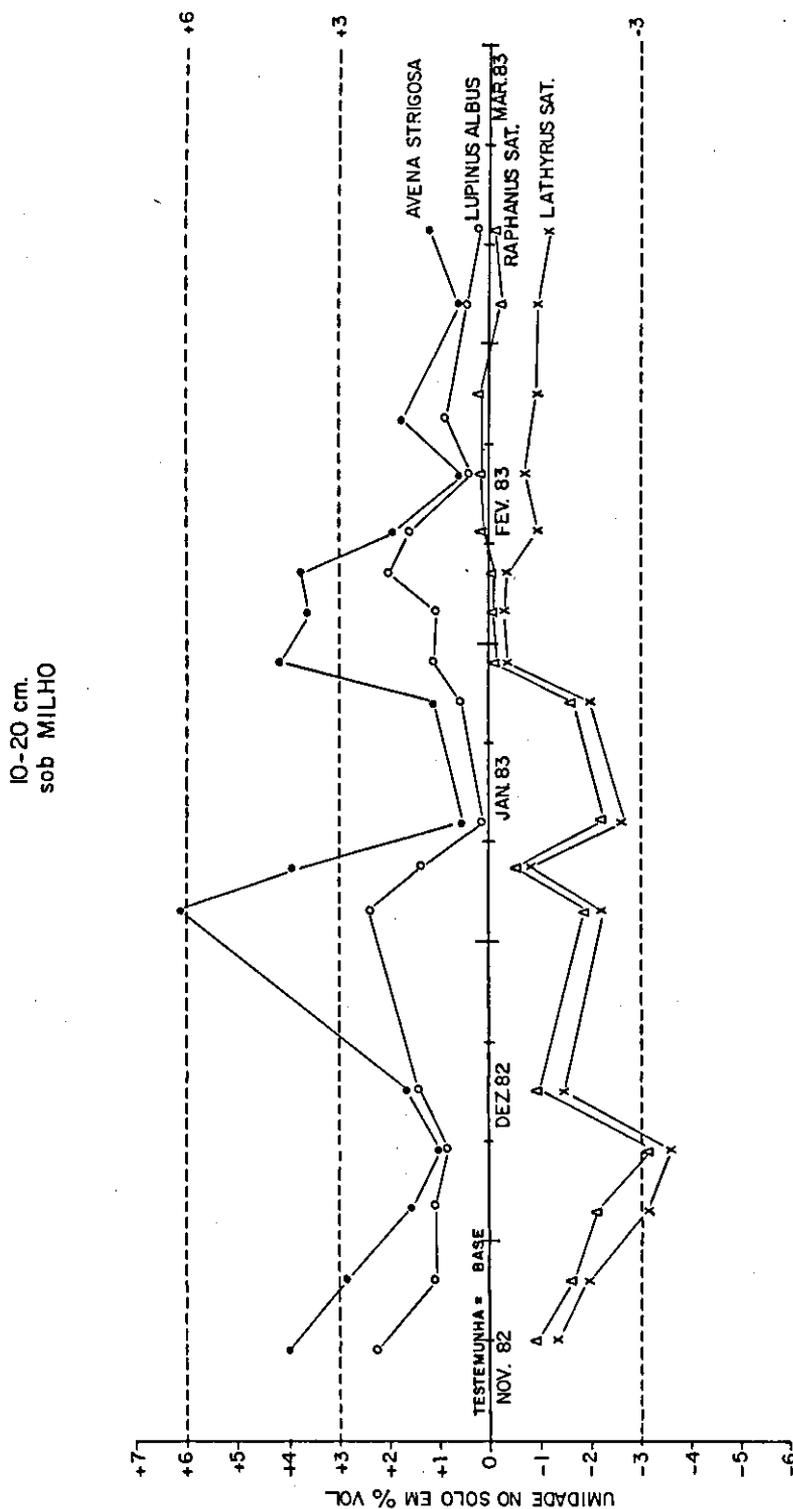


FIG. 4. Efeito das restevas de culturas na umidade em 10 cm - 20 cm de profundidade do solo, durante o cultivo do milho.

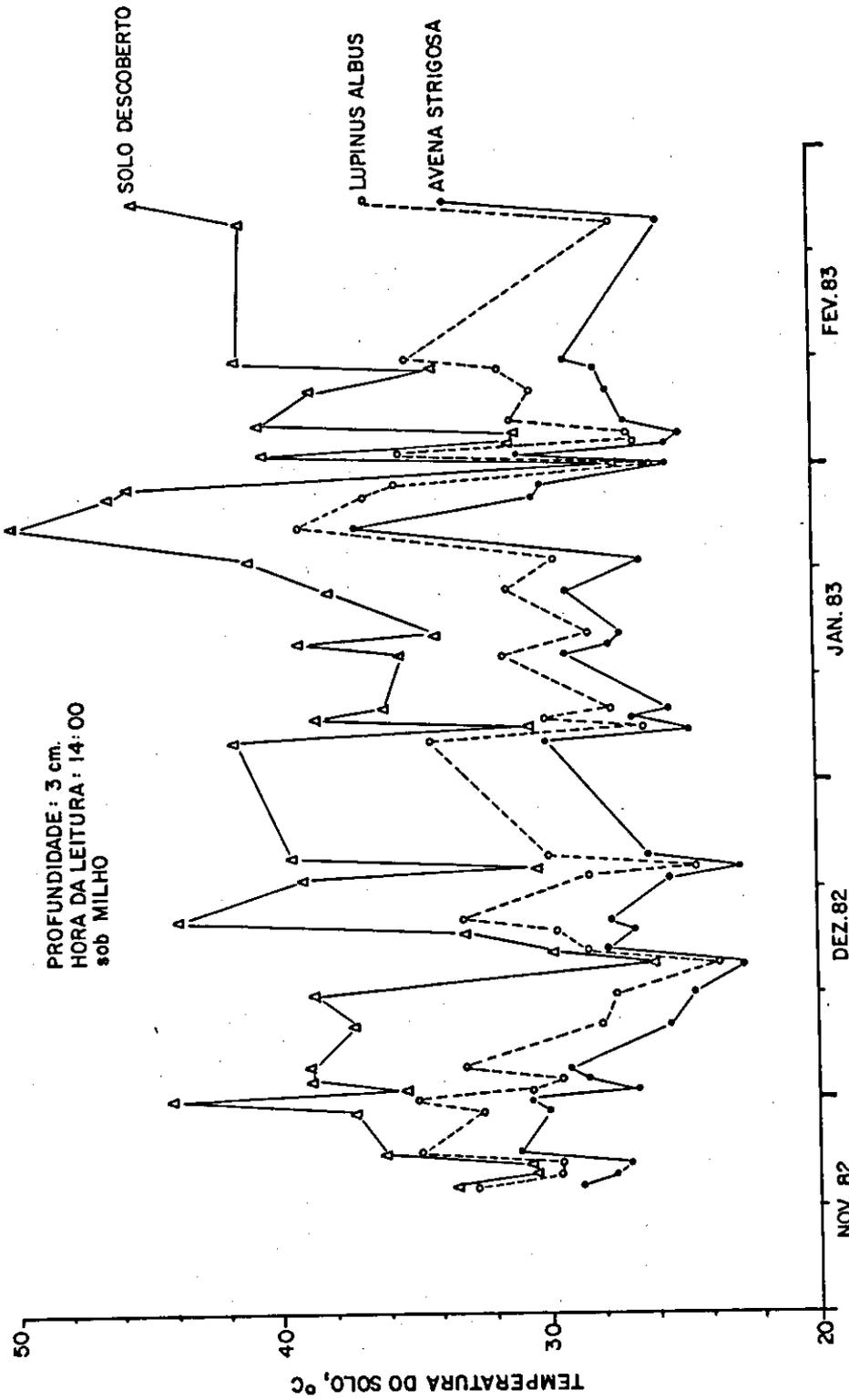


FIG. 5. Variação da temperatura sob cobertura do solo com restevras de *Lupinus albus*, *Avena strigosa* e pousio invernal durante o período vegetativo do milho na camada do solo de 3 cm.

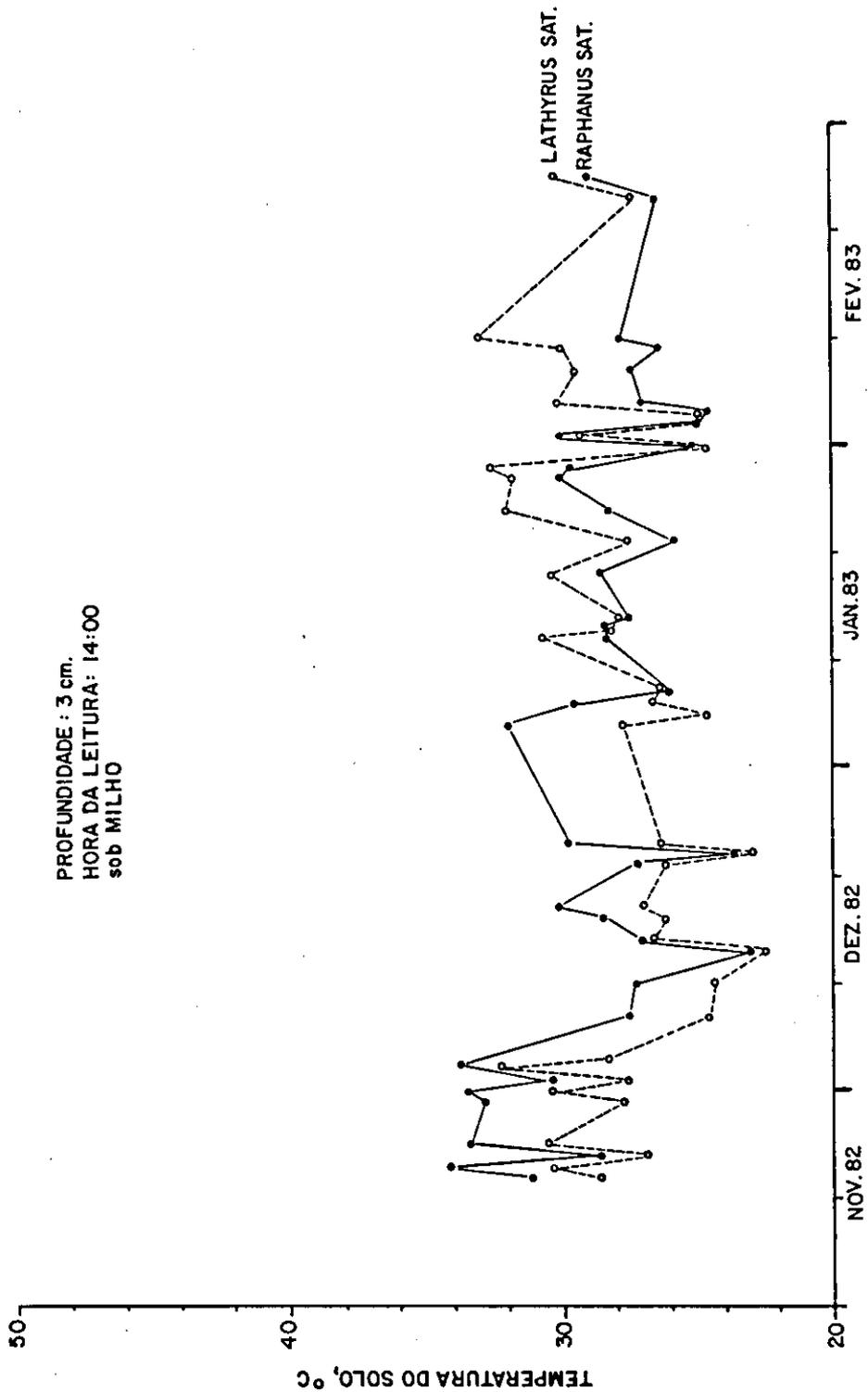


FIG. 6. Variação da temperatura sob cobertura do solo com *Raphanus sativus* e *Lathyrus sativus* durante o período vegetativo do milho, na camada do solo de 3 cm.

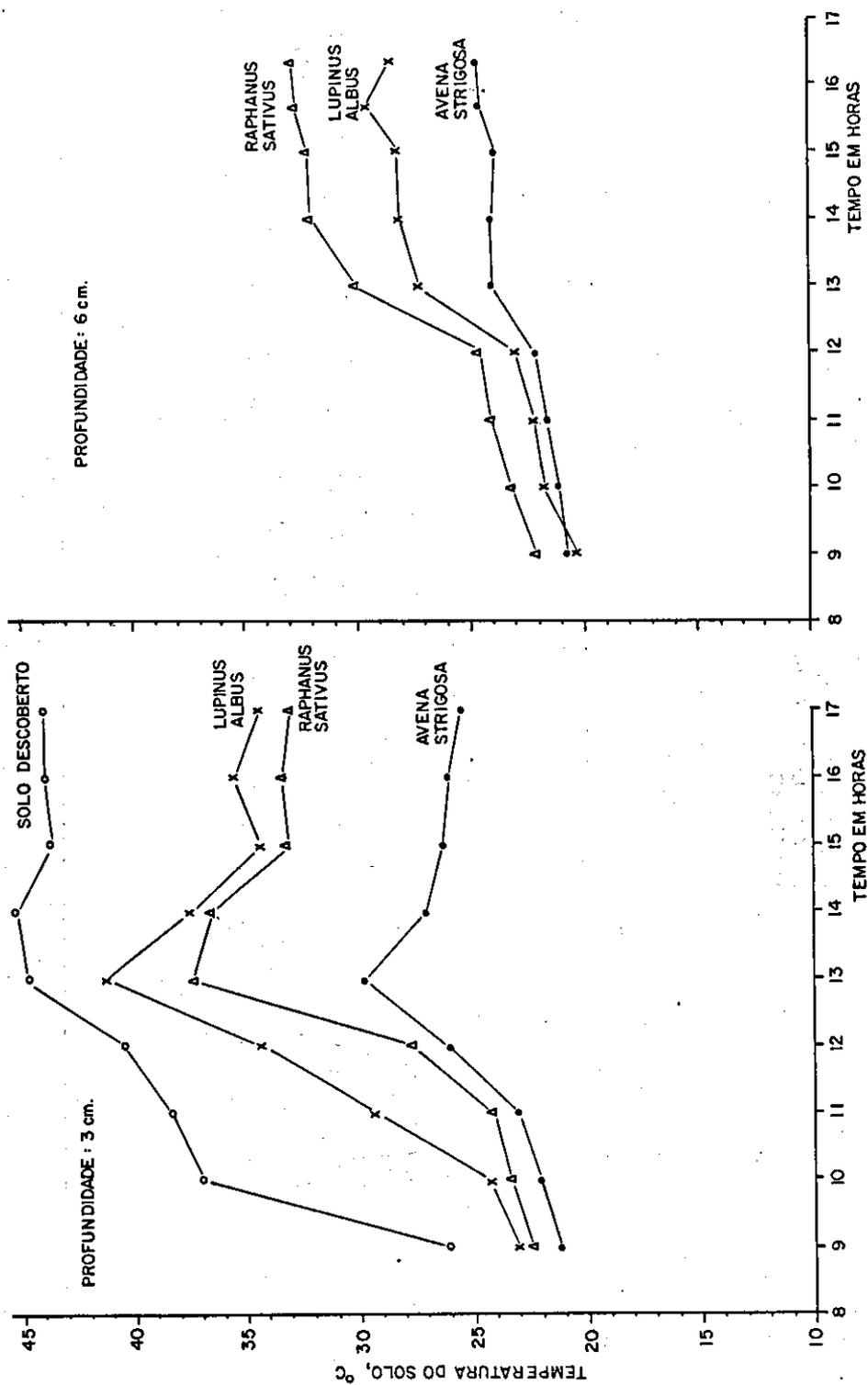


FIG. 7. Variação da temperatura sob vários tipos de cobertura do solo nas camadas de 3 cm a 6 cm de profundidade.

CONCLUSÕES

1. A aveia-preta como cobertura verde de inverno produziu maiores quantidades de matéria seca (8.670 kg/ha) e teor de N total (147 kg/ha).

2. As melhores sucessões de culturas foram: milho após tremoço (6.409 kg/ha) e ervilhaca (6.321 kg/ha), soja após aveia-preta (3.086 kg/ha) e feijão após nabo-forrageiro (832 kg/ha) e aveia-preta (800 kg/ha).

3. As temperaturas mais baixas e maiores teores de umidade foram registrados nas parcelas com resíduos de aveia-preta.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Dr. Marcos A. Pavan, pelas sugestões e revisão do trabalho, e aos Técnicos Agrícolas Paulo Germano R. Chaves e Djacir Batista de Araújo, pela colaboração prestada na condução do experimento.

REFERÊNCIAS

- DERPSCH, R. Alguns resultados sobre adubação verde no Paraná. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ADUBAÇÃO VERDE, 1., Rio de Janeiro, RJ, 1983. Adubação verde no Brasil. Campinas, Fund. Cargill, 1984. p.268-79.
- ENCONTRO NACIONAL SOBRE ADUBAÇÃO VERDE, 1., Rio de Janeiro, RJ, 1983. Adubação verde no Brasil. Campinas, Fund. Cargill, 1984. 363p.
- GREENLAND, D.J. Soil management and soil degradation. *J. Soil Sci.*, 32: 301-22, 1981.
- HATFIELD, J.L. & EGLI, D.B. Effect of temperature on the rate of soybean hypocotyl elongation and field emergence. *Crop Sci.*, 14:423-6, 1974.
- JENKINSON, D.E. & AYANABA, A. Decomposition of C-14 labeled plant material in tropical conditions. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 41:912-5, 1977.
- KÖPKE, U. Methods for studying root growth. In: RUSSELL, R.S.; IGUE, K. & MEHTA, Y.R., eds. *The soil/root system in relation to Brazilian agriculture*. Londrina, Fund. Inst. Agron. Paraná, 1981. p.303-18.
- LAL, R. Management of soil for continuous production; controlling erosion and maintaining physical condition. In: GREENLAND, D.J. & LAL, R., eds. *Characterization of soils in relation to their classification and management for crop production; some examples from the humid tropics*. Oxford, Oxford Univ. Press, 1981. p.181-201.
- MANNERING, J.V. & MEYER, L.D. The effects of various rates of surface mulch on infiltration and erosion. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 27: 84-6, 1963.
- MEDEIROS, R.B. de; DHEIN, R.A.; VIAU, L.V.M.; ZAMBRA, J.E.G.; COLOMBO, W. & ANTONINI, A. Pesquisa em adubação verde e conservação do solo no centro de treinamento Cotrijuf. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ADUBAÇÃO VERDE, 1., Rio de Janeiro, RJ, 1983. Adubação verde no Brasil. Campinas, Fund. Cargill, 1984. p.292-309.
- MUZILLI, O.; OLIVEIRA, E.L.; GERAGE, A.C. & TORNERO, M.T. Adubação nitrogenada em milho no Paraná. III. Influência da recuperação do solo com adubação verde de inverno nas respostas à adubação nitrogenada. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 18(1): 23-7, jan. 1983.
- WADE, M.K. & SANCHEZ, P.A. Mulching and green manure applications for continuous crop production in the Amazon basin. *Agron. J.*, 75: 39-45, 1983.
- WALKER, J.M. One-degree increments in soil temperature affect maize seedling behavior. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 33: 729-36, 1969.
- WISCHMEYER, W.H. Conservation tillage to control water erosion. Ankeny, Soil Conserv. Soc. Am., 1973. Trabalho apresentado na "Conservation Tillage Conference".