

## **EFEITOS DA SUBSOLAGEM E DA ADUBAÇÃO VERDE NAS PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO EM POMAR DE CITROS**

**ALDER L. G. MINATEL<sup>1</sup>, ITAMAR ANDRIOLI<sup>2</sup>, JOSÉ F. CENTURION<sup>3</sup>,  
WILLIAM NATALE<sup>3</sup>**

**RESUMO:** O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da subsolagem e da adubação verde nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico típico, cultivado com citros (laranjeira Valência). Os tratamentos empregados foram: manejo mecânico das plantas invasoras com roçadora (Testemunha); subsolagem em um lado da planta na entrecopa; subsolagem nos dois lados da planta na entrecopa, e semeadura direta de *Crotalaria spectabilis* na entrecopa. As propriedades físicas do solo avaliadas foram: porosidade total, macroporosidade, microporosidade, densidade, resistência mecânica à penetração vertical e condutividade hidráulica. Na avaliação efetuada na safra 2001-2002, obtiveram-se os maiores valores de densidade do solo e resistência do solo à penetração vertical, e os menores valores de macroporos e condutividade hidráulica do solo nas entrecopas com e sem tráfego no pomar, em relação à região da copa, principalmente na camada de 0,0-0,2 m de profundidade. Os tratamentos aplicados não surtiram efeitos positivos significativos nas propriedades físicas do solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** compactação do solo, condutividade hidráulica do solo, manejo do solo.

## **SUBSOILING AND GREEN MANURING EFFECTS ON SOIL PHYSICAL PROPERTIES ON CITRUS ORCHARD**

**ABSTRACT:** The present work was conducted to evaluate the effects of subsoiling and green manuring on soil physical properties of a Typical Haplustox soil cultivated with Valencia orange trees. The treatments applied were mechanic management of the invaders plants with shredder (witness); subsoiling in one side of the plant on between crown; subsoiling on both sides of the plant on between crown and direct seeding of *Crotalaria spectabilis* on between crown. The soil physical properties evaluated were porosity, macro porosity, micro porosity, bulk density and mechanical resistance to vertical penetration and hydraulic conductivity. The evaluation effectuated to the harvest in 2001/2002, got the greatest values of bulk density and soil resistance to vertical penetration, and the least values of macro porosity and soil hydraulic conductivity on the region between crown, with and without traffic in relation to the crown, especially on the layer 0.0-0.2 m of depth. The treatments used did not result in positive significative effects on the soil physical properties.

**KEYWORDS:** soil compactation, soil hydraulic properties, soil management.

## **INTRODUÇÃO**

O Brasil é o maior exportador mundial de suco concentrado congelado de laranja e de subprodutos cítricos, com 74,6% das vendas no comércio internacional. Essa liderança competitiva deriva diretamente da consistência da produção e logística, que tem permitido qualidade e produtividade superiores aos demais concorrentes. O Estado de São Paulo é responsável por 97% das

<sup>1</sup> Eng<sup>o</sup> Agrônomo, Departamento de Solos e Adubos, UNESP, Jaboticabal - SP, Fone: (0XX16) 282.2733, alder@process.com.br.

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> Agrônomo, Professor Doutor, Departamento de Solos e Adubos, UNESP, Jaboticabal - SP.

<sup>3</sup> Eng<sup>o</sup> Agrônomo, Professor Adjunto, Departamento de Solos e Adubos, UNESP, Jaboticabal - SP.

Recebido pelo Conselho Editorial em: 11-7-2005

Aprovado pelo Conselho Editorial em: 7-2-2006

exportações brasileiras, apresentando 652,6 mil hectares de laranja com 211,6 milhões de plantas que, em 2002, produziram 376 milhões de caixas de 40,8 kg, de acordo com SÃO PAULO (2003).

Apesar disso, a produtividade média em São Paulo ainda é baixa, aproximadamente 80 kg por planta, e a maior parte dessa produção é fornecida à indústria. Para obter produtividades desejadas em pomares citrícolas, deve-se conhecer melhor a influência dos parâmetros relacionados à planta, ao clima e ao solo (LIMA, 1996).

Com relação ao solo, a compactação é o problema de natureza física de maior ocorrência nos pomares citrícolas, devido ao elevado tráfego de máquinas e implementos agrícolas (MAZZA et al., 1994). Segundo STOLF (1987), com a mecanização normalmente empregada na citricultura, há pomares que acumulam, ao longo de sua existência, 300 passadas de máquinas por entrelinha. Para minimizar os efeitos da compactação do solo, como a redução da macroporosidade na região trafegada pelos rodados, o citricultor tem como opções evitar trabalhar com o solo úmido ou encharcado, manter a vegetação no solo e direcionar o trânsito na colheita dos frutos cítricos.

TERSI (2001), avaliando diversos métodos de manejo de solo e plantas daninhas na condução de um pomar de citros, concluiu que, para todos os tratamentos e nas camadas de 0,0-0,1; 0,1-0,2 e 0,2-0,3 m de profundidade, ocorreram reduções acentuadas da macroporosidade na posição do rodado em comparação à região da copa, pelo fato de essa última ser o local de menor trânsito de máquinas e implementos. O decréscimo da macroporosidade e sua contribuição para a elevação nos valores da densidade do solo, principalmente na região do rodado, também foram verificados por SANCHES et al. (1999), em que maiores valores de densidade foram observados nas áreas sob cultivo de citros em comparação à mata nativa, podendo estar relacionado com a compactação do solo, causada pelo tráfego contínuo de máquinas e equipamentos.

ABERCROMBIE & DU PLESSIS (1995) relatam que a elevação da densidade do solo pode comprometer o potencial máximo de produção de laranja, pois influencia diretamente na resistência do solo à penetração das raízes, na aeração e na condutividade hidráulica do solo.

A resistência do solo à penetração vertical, medida pelo penetrômetro de impacto, tem sido utilizada como parâmetro importante que determina as condições físicas do solo para o crescimento e desenvolvimento do sistema radicular das plantas (CASTRO & LOMBARDI NETO, 1992). Elevados valores de resistência do solo à penetração e baixos de aeração influenciam negativamente no crescimento das plantas cítricas e do seu sistema radicular, contribuindo para baixas produtividades e, também, para a redução da sua longevidade (CARVALHO et al., 2001).

SANCHES (1998) e SILVA et al. (1999) afirmam que, para obter valores aceitáveis de condutividade hidráulica do solo sob cultura do citros, deve-se minimizar a formação de camadas compactadas. Para isso, tem-se utilizado o subsolador ou espécies de plantas adequadas para a adubação verde. O último, apesar de ser um processo mais demorado que o primeiro, é mais duradouro.

Deste modo, este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da subsolagem e da adubação verde, em várias camadas e regiões de amostragem, sobre a resistência do solo à penetração vertical, condutividade hidráulica e algumas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico típico.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Macaúbas, município de Santa Adélia - SP, com coordenadas geográficas de 21°16'30" sul e 48°53'00" oeste e altitude de 618 m, em um talhão de laranjeira Valência (*Citrus sinensis* L. Osbeck), tendo como porta-enxerto a tangerina Sunki (*Citrus Sunki* Hort. Ex Tan.). O pomar foi estabelecido em julho de 1986, com espaçamento de 8 m entre linhas e 3 m entre plantas, com 416 plantas por hectare. Os critérios utilizados para a escolha desse

talhão foram a uniformidade do porte das plantas, aliada ao relevo plano. Nesse período de 1986-2001, o tráfego nas entrecopas constituiu-se, exclusivamente, de tratores e implementos agrícolas. Devido aos tratos culturais mecanizados empregados, como adubação via solo e foliar, controle de pragas e doenças, colheita e manejo adotado de plantas invasoras com o uso de roçadora montada, foram empregadas 13 passadas ao ano. O solo do local foi classificado, segundo critérios da EMBRAPA (1999), como Latossolo Vermelho distrófico típico. As análises granulométricas do solo, até 0,5 m de profundidade, estão apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1. Análise granulométrica do solo do local do estudo em diferentes profundidades.

Profundidade (m)	Argila	Silte	Areia
	-----	(g kg <sup>-1</sup> )	-----
0,0 - 0,1	252	94	654
0,1 - 0,2	271	89	640
0,2 - 0,3	249	77	674
0,3 - 0,4	226	77	697
0,4 - 0,5	219	88	693

Os tratamentos utilizados foram: manejo mecânico de plantas invasoras, predominantemente capim braquiária, com roçadora montada na entrecopa (testemunha - T<sub>1</sub>); subsolagem em um lado da planta na entrecopa (T<sub>2</sub>); subsolagem nos dois lados da planta na entrecopa (T<sub>3</sub>), e semeadura direta de *Crotalaria spectabilis* (T<sub>4</sub>). O manejo foi realizado entre a projeção das copas, longitudinalmente às linhas de plantio.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com arranjo de parcelas subdivididas, considerando os tratamentos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub> como principais, e as regiões copa, rodado e não-rodado, para amostragem de solo, como tratamentos secundários, com seis repetições. As parcelas compreenderam área de 144 m<sup>2</sup>, composta por seis plantas, sendo consideradas úteis apenas as duas plantas centrais e tendo como bordadura uma linha de cada lado. A análise estatística dos resultados foi baseada na análise de variância e, quando significativa, foi aplicado o teste de Tukey (GOMES, 1984).

A subsolagem foi realizada em outubro de 2001, utilizando-se de um subsolador montado, com haste curva, ponteira sem asa de 0,05 m de largura, com três hastes espaçadas de 0,6 m e profundidade de trabalho de 0,4 m. Nas parcelas em que se realizou a subsolagem, tanto de um lado, quanto dos dois lados da planta, a operação foi efetuada em duas passadas para mobilizar o solo na área total da entrecopa. Utilizou-se de um trator 4x2, com auxílio de tração dianteira, potência do motor de 62,5 kW (85 cv). O teor de água no solo era de 0,156 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>.

Em dezembro de 2002, uma semana após a aplicação de herbicida pós-emergente à base de glifosate, na dose de 2,5 L ha<sup>-1</sup>, foi semeada a espécie *Crotalaria spectabilis*, em semeadura direta, com linhas espaçadas de 0,5 m, totalizando cinco linhas de plantio, na quantidade de 12 kg de sementes por hectare. O manejo mecânico dessa leguminosa ocorreu no final do florescimento e início de formação das vagens (abril-2002), utilizando-se de uma roçadora montada, com a finalidade de manter a cobertura vegetal sobre a superfície do solo.

Para a determinação das propriedades físicas do solo (porosidade total, macro e microporosidade e densidade do solo), coletaram-se amostras de solo indeformadas, em novembro de 2002, segundo o método da EMBRAPA (1997), nas camadas de 0,0-0,1; 0,1-0,2; 0,2-0,3; 0,3-0,4 e 0,4-0,5 m de profundidade, com o auxílio de anéis volumétricos, com 0,0599 m de altura e 0,0512 m de diâmetro, correspondendo ao volume de 121,4 10<sup>-6</sup> m<sup>3</sup>, nas regiões de tráfego dos rodados do trator, regiões sem tráfego de rodados (entrerrodados) e na projeção da copa.

A resistência mecânica do solo à penetração vertical foi determinada com réplica por repetições, em agosto de 2002, utilizando-se de um penetrômetro de impacto (modelo IAA/PLANALSUCAR STOLF), segundo método de STOLF et al. (1983). Para a leitura dos dados e seu processamento, foi empregado um programa computacional desenvolvido por STOLF (1991), sendo os valores expressos em MPa. A umidade gravimétrica do solo foi determinada na mesma época, nas camadas de 0,00-0,15; 0,15-0,30 e 0,30-0,45 m de profundidade.

Em agosto de 2002, determinou-se a condutividade hidráulica do solo saturado na camada superficial (0,0-0,2 m), utilizando cargas hidráulicas de 0,03 e 0,06 m de coluna de água, com o permeâmetro de Guelph (modelo 2800KI Guelph Permeameter), de acordo com REYNOLDS et al. (1992). As leituras foram feitas no nível de coluna de água no aparelho, as quais foram utilizadas na determinação da condutividade hidráulica do solo, sendo calculada pela expressão:

$$C_{hs} = (0,1451 x_1) - (0,1911 x_2) fc \quad (1)$$

em que,

$C_{hs}$  - condutividade hidráulica do solo,  $\text{mm h}^{-1}$ ;

$x_1$  - medida das leituras estabilizadas com carga de 0,06 m de coluna de água,  $\text{cm s}^{-1}$ ;

$x_2$  - medida das leituras estabilizadas com carga de 0,03 m de coluna de água,  $\text{cm s}^{-1}$ , e

$fc$  - fator de conversão para  $\text{mm h}^{-1}$  (3.600).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, estão apresentados os valores das propriedades físicas do solo avaliadas, observando-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos, em todas as camadas de solo analisadas. Nos tratamentos com subsolagem ( $T_2$  e  $T_3$ ), provavelmente no intervalo de tempo entre esse preparo e a época de avaliação dos resultados, pode ter ocorrido a reconsolidação das propriedades físicas do solo. Tal comportamento também foi observado por SILVA et al. (1990). Essa consolidação ocorreu, provavelmente, devido às pressões mecânicas exercidas sobre o solo durante o tráfego de máquinas e implementos agrícolas (GRIMALDI et al., 1993) e, também, às flutuações de umidade do solo no período do experimento (SANTOS, 2000).

No tratamento em que se utilizou o adubo verde ( $T_4$ ), o tempo e as repetições de sua execução não foram suficientes para alterar de forma positiva as propriedades físicas do solo (pouco tempo de implantação e baixa quantidade de resíduos vegetais). SILVA et al. (1999), avaliando a técnica de semeadura de adubo verde em plantio direto, também verificaram que, para atingir esse objetivo, há dependência da frequência de sua aplicação.

Os valores de porosidade total do solo, em todos os tratamentos, até a camada de 0,4 m de profundidade, estão abaixo daqueles considerados ideais para a cultura dos citros, segundo DEMATTÊ & VITTI (1992). Esses autores relatam que os solos para citros devem possuir valores de porosidade total entre 0,40 e 0,55  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ .

Para um Podzólico Vermelho-Amarelo latossólico, cultivado com citros, MAZZA et al. (1994) obtiveram valor de macroporosidade em solo não-compactado de 0,32  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ . No solo do presente trabalho, foram observados valores muito inferiores ao citado, em todas as camadas avaliadas.

O efeito da compactação refletiu na macroporosidade do solo nas regiões de amostragem, até 0,2 m de profundidade, enquanto, na microporosidade do solo, não houve diferença significativa, estando de acordo com ALBUQUERQUE et al. (1995).

TABELA 2. Propriedades físicas do solo nas diferentes camadas e tratamentos estudados.

	Porosidade total $m^3 m^{-3}$	Macroporosidade $m^3 m^{-3}$	Microporosidade $m^3 m^{-3}$	Densidade $kg dm^{-3}$
.....0,0-0,1m.....				
T <sub>1</sub>	0,33A	0,11A	0,22A	1,64A
T <sub>2</sub>	0,37A	0,14A	0,23A	1,61A
T <sub>3</sub>	0,35A	0,14A	0,22A	1,63A
T <sub>4</sub>	0,35A	0,12A	0,23A	1,61A
C.V.(%)	10,76	38,84	13,10	6,71
C	0,41A	0,20A	0,22A	1,52C
R	0,31C	0,08B	0,22A	1,69A
NR	0,33B	0,11B	0,23A	1,62B
C.V.(%)	10,89	32,28	12,74	5,88
.....0,1-0,2m.....				
T <sub>1</sub>	0,35A	0,11A	0,24A	1,61A
T <sub>2</sub>	0,37A	0,12A	0,25A	1,59A
T <sub>3</sub>	0,35A	0,12A	0,24A	1,58A
T <sub>4</sub>	0,35A	0,13A	0,23A	1,59A
C.V.(%)	11,58	40,86	14,76	5,91
C	0,40A	0,17A	0,23A	1,52B
R	0,33B	0,09B	0,24A	1,65A
NR	0,34B	0,09B	0,24A	1,60A
C.V.(%)	11,45	42,77	13,06	5,84
.....0,2-0,3m.....				
T <sub>1</sub>	0,36A	0,11A	0,22A	1,58A
T <sub>2</sub>	0,37A	0,13A	0,24A	1,54A
T <sub>3</sub>	0,37A	0,12A	0,25A	1,55A
T <sub>4</sub>	0,37A	0,12A	0,25A	1,55A
C.V.(%)	9,96	40,16	15,53	6,08
C	0,36A	0,14A	0,22A	1,53B
R	0,35A	0,12A	0,25A	1,57A
NR	0,36A	0,13A	0,25A	1,54AB
C.V.(%)	11,18	26,18	13,42	4,76
.....0,3-0,4m.....				
T <sub>1</sub>	0,38A	0,13A	0,24A	1,55A
T <sub>2</sub>	0,37A	0,12A	0,25A	1,54A
T <sub>3</sub>	0,37A	0,13A	0,25A	1,54A
T <sub>4</sub>	0,39A	0,14A	0,25A	1,50A
C.V.(%)	8,47	32,72	14,06	5,23
C	0,38A	0,15A	0,24A	1,52AB
R	0,37A	0,13A	0,25A	1,56A
NR	0,38A	0,14A	0,25A	1,51B
C.V.(%)	7,23	26,03	8,05	3,87
.....0,4-0,5m.....				
T <sub>1</sub>	0,43A	0,17A	0,26A	1,45A
T <sub>2</sub>	0,40A	0,16A	0,24A	1,46A
T <sub>3</sub>	0,40A	0,16A	0,24A	1,47A
T <sub>4</sub>	0,40A	0,15A	0,25A	1,47A
C.V.(%)	12,35	26,65	24,72	4,30
C	0,41A	0,16A	0,24A	1,48A
R	0,41A	0,15A	0,26A	1,46A
NR	0,40A	0,15A	0,25A	1,45A
C.V.(%)	7,88	23,79	15,74	3,88

Médias seguidas de mesma letra, dentro de cada camada de solo, nas regiões de amostragem e tratamentos analisados, não diferem significativamente entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

T<sub>1</sub> - testemunha; T<sub>2</sub> - subsolagem em um lado da planta na entrelinha; T<sub>3</sub> - subsolagem dos dois lados da planta na entrelinha; T<sub>4</sub> - semeadura direta de adubo verde de verão.

C - copa; R - rodado; NR - não-rodado.

Verifica-se, ainda, que nas camadas de 0,0-0,1 e 0,1-0,2 m de profundidade, os maiores valores de densidade do solo na entrecopa da cultura (região do rodado e não-rodado) acompanhado pelos menores valores de porosidade total e macroporosidade do solo, em relação à região da copa, são resultados condizentes com as forças de compressão exercidas sobre o solo, devido ao tráfego de máquinas e implementos agrícolas.

De acordo com STOLF (1987), os valores de densidade do solo da área experimental, até a profundidade de 0,4 m, indicaram a necessidade de optar pela sua descompactação.

Maiores valores de densidade do solo foram observados na camada de 0,0-0,1 m, comparados aos da camada de 0,4-0,5 m, discordando dos resultados obtidos por SILVA et al. (1990), porém concordando com os de LIMA (1996).

Observa-se que, nas camadas inferiores a 0,2-0,3 m, há tendência de aproximação nos valores das propriedades físicas do solo para todas as regiões de amostragem, pois, nessas profundidades, são menores as amplitudes de umidade, fator esse considerado controlador da compactação (DIAS JUNIOR & PIERCE, 1996), contribuindo para a redução da densidade do solo e para valores mais próximos do estado natural do solo.

No presente trabalho, o teor de água no solo não diferiu estatisticamente entre os tratamentos (Tabela 3). Esses valores foram muito inferiores aos da capacidade de campo, resultando em elevados valores de resistência do solo à penetração (Figura 1).

TABELA 3. Teor de água do solo nos diferentes tratamentos e camadas avaliadas.

Camada (m)	Adubo Verde			Subsolagem			Testemunha		
	C	R	NR	C	R	NR	C	R	NR
	----- Umidade Gravimétrica (kg kg <sup>-1</sup> ) -----								
0,00-0,15	0,100	0,930	0,970	0,960	0,960	0,101	0,930	0,980	0,102
0,15-0,30	0,101	0,103	0,104	0,101	0,111	0,116	0,920	0,106	0,116
0,30-0,45	0,107	0,111	0,109	0,990	0,115	0,122	0,910	0,106	0,117

C - copa; R - rodado; NR - não-rodado.

Na Figura 1, verifica-se que a resistência mecânica do solo à penetração vertical foi superior na zona de passagem de tráfego dos rodados de máquinas e implementos agrícolas, inclusive nas parcelas em que foi realizada a subsolagem. Nesse sentido, SILVA et al. (2000) afirmam que o efeito descompactador das operações de preparo do solo pode ser desfeito com apenas uma passagem de máquina.

Observa-se que foram obtidos valores inferiores de resistência à penetração nos tratamentos com subsolagem, seguido pela crotalaria, os quais foram inferiores à testemunha. Esse resultado indica que a crotalaria pode ser utilizada como medida biológica para amenizar os efeitos nocivos da compactação do solo.

Os menores valores de resistência mecânica do solo à penetração vertical foram obtidos na região da copa, devido à ausência de tráfego de máquinas e implementos agrícolas. Esses baixos valores podem ser correlacionados com os altos índices de porosidade total e macroporosidade, e menores valores de densidade do solo nessa região, principalmente nas camadas de 0,0-0,1 e 0,1-0,2 m de profundidade (Tabela 1). Resultado semelhante foi observado por LIMA (1996).

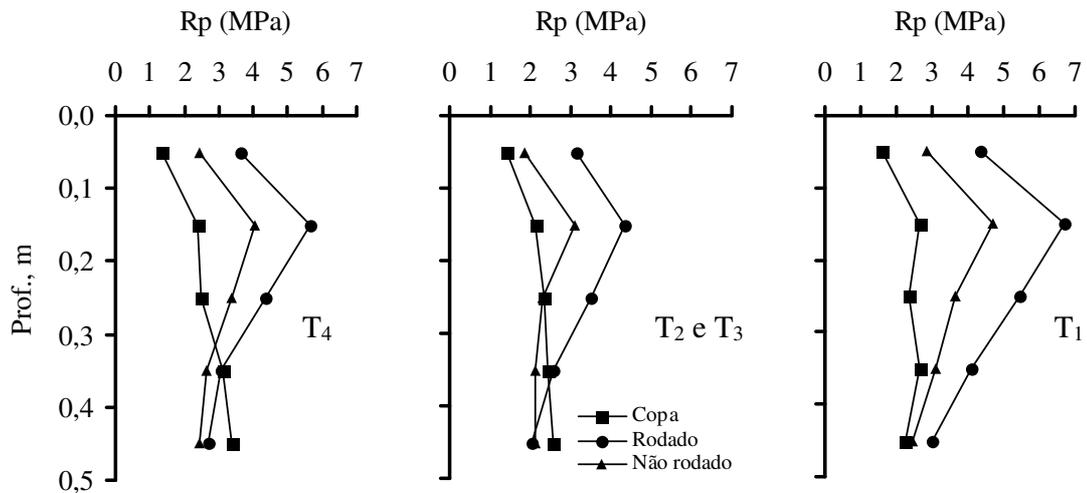


FIGURA 1. Resistência do solo à penetração vertical ( $R_p$ ), nas camadas de 0,0-0,1; 0,1-0,2; 0,2-0,3; 0,3-0,4 e 0,4-0,5 m de profundidade, nos tratamentos de regiões de amostragem na cultura dos citros. T<sub>1</sub> - manejo mecânico de plantas invasoras com roçadora montada na entrecopa (Testemunha); T<sub>2</sub> e T<sub>3</sub> - mobilização mecânica do solo (subsolagem) e T<sub>4</sub> - mobilização biológica do solo (*Crotalaria spectabilis*).

Na Figura 2, na região da copa, obtiveram-se os maiores valores de condutividade hidráulica do solo em relação aos demais locais de amostragem, o que está de acordo com os maiores valores de macroporosidade e menores valores de densidade e resistência mecânica do solo à penetração vertical, pois a maior quantidade de espaço poroso presente nessa região permitiu, em maior grau, a passagem livre de água no perfil do solo, especialmente na camada de 0,0-0,2 m de profundidade. Esse resultado também foi constatado por LIMA (1996). CAMARGO (1983) afirma que o aumento da resistência mecânica à penetração radicular e redução do espaço poroso do solo causada pela compactação resulta em menor condutividade hidráulica do solo.

BELTRAME et al. (1981), utilizando amostras de Planossolo e de Latossolo Vermelho-Escuro, concluíram que a condutividade hidráulica do solo decresce com o aumento da densidade do solo, pois a eliminação dos poros de formação natural pela desestruturação do solo reduz consideravelmente os valores de condutividade hidráulica. Em um dos solos estudados por RIBON (2000), o tratamento com adubo verde perene manteve boas condições de estrutura do solo, proporcionando altos valores de condutividade hidráulica. Esse fato já havia sido constatado por PRIMAVESI et al. (1998), cujos altos valores de condutividade hidráulica encontrados ocorreram em áreas de solos permanentemente protegidos. De acordo com CASTRO (1995), valores elevados de condutividade hidráulica do solo, em sistemas com baixa mobilização, especialmente em plantio direto, podem ser explicados pela continuidade dos poros e pela maior atividade biológica da micro e mesofauna.

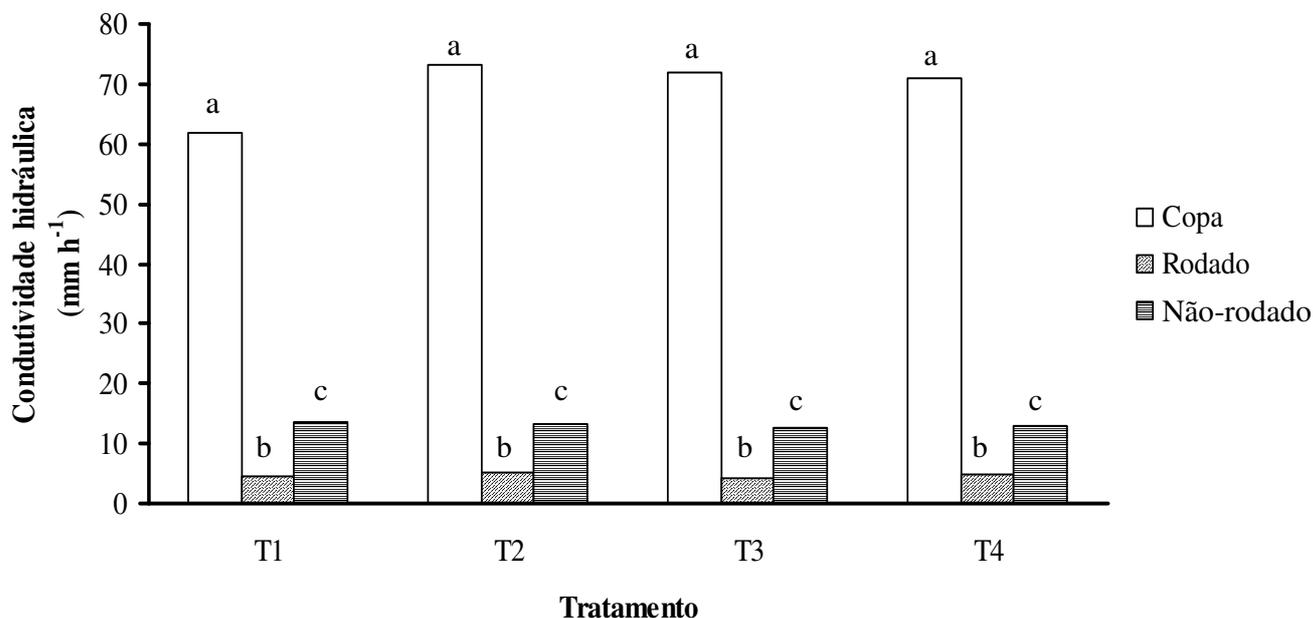


FIGURA 2. Condutividade hidráulica do solo na camada superficial (0,0-0,2 m), nos tratamentos e regiões de amostragem, na cultura dos citros. Obs: Barras seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. T<sub>1</sub> - manejo mecânico de capim braquiária com roçadora montada na entrelinha (testemunha); T<sub>2</sub> - subsolagem em um lado da planta na entrelinha; T<sub>3</sub> - subsolagem nos dois lados da planta na entrelinha; T<sub>4</sub> - semeadura direta de *Crotalaria spectabilis*.

## CONCLUSÕES

No período avaliado, safra 2001-2002, os tratamentos não apresentaram diferenças significativas sobre a porosidade total, a macro, a microporosidade e a densidade do solo.

A redução dos macroporos do solo, devido à compactação causada pelo tráfego de máquinas e implementos agrícolas, ocasiona aumento na resistência mecânica do solo à penetração vertical e redução na condutividade hidráulica do solo.

A semeadura direta de adubo verde pode ser utilizada como medida biológica para amenizar os efeitos nocivos da compactação do solo, por reduzir a sua resistência à penetração.

Efeitos positivos da descompactação mecânica do solo, efetuada por meio de subsolagem, sobre as propriedades físicas do solo, não foram constatados após um ano de condução do experimento no pomar de citros.

## REFERÊNCIAS

ABERCROMBIE, R.A.; DU PLESSIS, S.F. The effect of alleviating soil compaction on yield and fruit size in an established Navel orange orchard. *Journal of the African Society for Horticultural Sciences*, Pretoria, v.5, n.2, p.85-9, 1995.

ALBUQUERQUE, J.A.; REINERT, D.J.; FIORIN, J.E.; RUEDELL, J.; PETRERE, C.; FONTINELLI, F. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo: efeito sobre a forma da estrutura

- do solo ao final de sete anos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.19, n.1, p.115-19, 1995.
- BELTRAME, L.F.C.; GONDIM, L.A.P.; TAYLOR, F.C. Estrutura e compactação na permeabilidade de solos do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.5, n.1, p.145-49, 1981.
- CAMARGO, O.A. de. *Compactação do solo e desenvolvimento de plantas*. Campinas: Fundação Cargill. 1983. 44 p.
- CARVALHO, J.E.B.; PAES, J.M.V.; MENEGUCCI, J.L.P. Manejo de plantas daninhas em citros. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.22, n.209, p.61-70, 2001.
- CASTRO, O.M.; LOMBARDI NETO, F. Manejo e conservação do solo em citros. *Laranja*, Cordeirópolis, v.13, n.1, p.275-305, 1992.
- CASTRO, O.M. *Comportamento físico e químico de um Latossolo Roxo em função do seu preparo na cultura do milho (Zea mays L.)*. 1995. 174 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.
- DEMATTE, J.L.; VITTI, G.C. Alguns aspectos relacionados ao manejo de solos para os citros. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS, 2., 1992, Campinas. *Anais...* Campinas: Fundação Cargill, 1992. p.67-99.
- DIAS JUNIOR, M.S.; PIERCE, F.J. O processo de compactação do solo e a sua modelagem. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.20, n.1, p.75-82, 1996.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Manual de métodos de análises do solo*. 2. ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Rio de Janeiro, 1999. 412 p.
- GOMES, F.P. *A estatística moderna na pesquisa agropecuária*. Piracicaba: POTAFOS, 1984. 160 p.
- GRIMALDI, M.; SARRAZIN, M.; CHAUVEL, A.; LUIZAO, F.; NUNES, N.; RODRIGUES, M.R.L.; AMBLARD, P.; TESSIER, D. Effets de la déforestation et des cultures sur la structure des sols argileux d'Amazonie brésilienne. *Cahiers Agriculture*, Montrouge, v.2, n.1, p.36-47, 1993.
- LIMA, R.S.S. *Subsolagem e avaliação da compactação em Laranjeira Pêra (Citrus sinensis L. Osbesk)*: Efeitos nas propriedades físicas do solo e na planta. 1996. 44 f. Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1996.
- MAZZA, J.A.; VITTI, G.C.; PEREIRA, H.S.; MENEZES, G.M.; TAGLIARINI, C.H. Influência da compactação no desenvolvimento de sistema radicular de cítrus: sugestão de método quantitativo de avaliação e recomendações de manejo. *Laranja*, Cordeirópolis, v.15, n.2, p.263-75, 1994.
- PRIMAVESI, O.; VIEIRA, S.R.; PRIMAVESI, A.C.P.A. Permeabilidade do solo: indicador visível para manejos diferenciados. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 12., 1998. Fortaleza. *Resumos...* p.147-8.
- REYNOLDS, W.D.; VIEIRA, S.R.; TOPP, G.C. An assesment of the single-head analysis for the constant head well permeameter. *Canadian Journal of Soil Science*, Ottawa, v.72, p.489-501, 1992.
- RIBON, A.A. *Propriedades físicas de Latossolo e Podzólico cultivados com seringueira (Hevea brasiliensis) submetidos a práticas de manejos no Planalto Ocidental Paulista*. 2000. 74 f. Dissertação

(Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

SANCHES, A.C. Conservação do solo em pomares cítricos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS-TRATOS CULTURAIS, 5., 1998, Bebedouro. *Anais...* Bebedouro: Fundação Cargill, 1998. p.167-87.

SANCHES, A.C.; SILVA, A.P.; TORMENA, C.A.; RIGOCIN, A.T. Impacto do cultivo de citros em propriedades químicas, densidade do solo e atividade microbiana de um Podzólico Vermelho-Amarelo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.23, n.1, p.91-9, 1999.

SANTOS, C.S.V. *Formação de camadas superficiais adensadas em solo argiloso em resposta a flutuações de umidade*. 2000. 70 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Agricultura e Abastecimento. *Cadeia de produção de cítrus e a morte súbita: análise e estratégias*. 2003. Disponível em: <[http://www.apta.sp.gov.br/Morte\\_Subita.htm](http://www.apta.sp.gov.br/Morte_Subita.htm)>. Acesso em: 10 de jun. 2003.

SILVA, A.D.; FOLEGATTI, M.V.; TORRADO, P. *Avaliação dos efeitos da subsolagem em parâmetros físicos do solo em pomares de laranja*. Piracicaba: ESALQ-USP, 1990. 28 p. Relatório Departamento de Solos.

SILVA, J.A.A.; DONADIO, L.C.; CARLOS, J.A.D. Adubação verde em citros. *Boletim Citrícola*, Jaboticabal, n.9, p.1-35, 1999.

SILVA, V.R.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. Resistência mecânica do solo à penetração influenciada pelo tráfego de uma colhedora em dois sistemas de manejo do solo. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.30, n.7, p.795-801, 2000.

STOLF, R.; FERNANDES, J.; FURLANI NETO, V.L. Penetrômetro de impacto IAA/PLANALSUCAR-STOLF, recomendação para seu uso. *STAB*, Piracicaba, n.1, v.3, p.18-23, 1983.

STOLF, R.A. A compactação do solo e perspectivas da subsolagem em citros. *Laranja*, Cordeirópolis, v.8, n.2, p.283-308, 1987.

STOLF, R. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.15, p.229-235, 1991.

TERSI, F.E.A. *Avaliação de diversos métodos de manejo de solo e plantas daninhas na condução de um pomar de citros*. 2001. 67 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.