

NOTA

PROPRIEDADES FÍSICAS DE LATOSSOLO E ARGISSOLO EM FUNÇÃO DE PRÁTICAS DE MANEJO APLICADAS NA ENTRELINHA DA CULTURA DA SERINGUEIRA (*Hevea brasiliensis*)⁽¹⁾

A. A. RIBON⁽²⁾, J. F. CENTURION⁽³⁾,
M. A. P. C. CENTURION⁽⁴⁾ & A. CARVALHO FILHO⁽⁵⁾

RESUMO

Avaliou-se a influência das práticas de manejo (gradagem, *Pueraria phaseoloides* e roçadeira) nas entrelinhas da cultura da seringueira (*Hevea brasiliensis*), plantada em 1992, sobre a densidade do solo e a macro e microporosidade de solos do Planalto Paulista. Foram retiradas amostras nos anos de 1998 e 1999, após seis anos consecutivos de manejo, nas profundidades de 0-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm do Latossolo Vermelho distrófico textura argilosa A moderado caulinitico hipoférrico relevo plano e Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico abruptico, Tb, A moderado textura areia/média fase floresta tropical subperenifolia e relevo suave ondulado, localizados, respectivamente, nos municípios de Jaboticabal e Tabapuã (SP). Para cada profundidade, foram retiradas oito amostras por tratamento, por experimento, em cada ano, totalizando 394 amostras. Os atributos físicos do solo (densidade do solo e macroporosidade) foram avaliados de acordo com as práticas de manejo aplicadas. Dentre os sistemas de manejos aplicados na entrelinha da seringueira, a roçadeira foi o que provocou maior compactação do solo em todas as profundidades, evidenciada pelos elevados valores de densidade do solo e reduzida macroporosidade, sendo este efeito mais pronunciado nas camadas superficiais dos solos.

Termos de indexação: roçadeira, adubo verde perene, gradagem, densidade do solo, porosidade.

⁽¹⁾ Parte da Tese de Mestrado da primeira autora, apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Ciência do Solo, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP. Projeto Financiado pela FAPESP. Recebido para publicação em junho de 2000 e aprovado em março de 2002.

⁽²⁾ Engenheira-Agrônoma, M.S. Departamento de Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP. Via de Acesso Professor Paulo Donatto Castellane Km 5, CEP 14870-000 Jaboticabal (SP). E-mail: aaribon@yahoo.com.br

⁽³⁾ Professor Adjunto do Departamento de Solos e Adubos, UNESP. E-mail: jfcentur@fcav.unesp.br

⁽⁴⁾ Professora Doutora do Departamento de Produção Vegetal, UNESP. E-mail: cidinha@fcav.unesp.br

⁽⁵⁾ Doutorando em Agronomia-Produção Vegetal, UNESP. E-mail: alberto@fazu.br

SUMMARY: *ALTERATIONS IN PHYSICAL PROPERTIES OF LATOSOL AND PODZOLIC CAUSED BY MANAGEMENT TECHNIQUES APPLIED BETWEEN ROWS OF RUBBER TREES (Hevea brasiliensis)*

This experiment had the objective of assessing the influence of management practices (disk harrowing, Pueraria phaseoloides and mowing) on the soil's bulk density and macro- as well as microporosity between the rows of rubber trees (Hevea brasiliensis) planted in 1992 in the highland of the State of São Paulo. A Dark Red Latosol, from Jaboticabal County and a Yellow Red Podzolic from Tabapuã County, São Paulo State were sampled at four depths (0-10, 10-20, 20-30 and 30-40 cm) in the years 1998 and 1999, after six consecutive years of management. The experiment was carried out in a randomized block design with four replicates. At each depth 8 samples per treatment, per experiment and per year were collected, altogether 394 samples. The physical soil features (bulk density and macroporosity) were evaluated according to the applied management practices. Among the treatments applied between the rubber tree rows, mowing was the one that caused greatest soil compactness at all depths, demonstrated by the soil's high bulk density values as well as by reduced macroporosity, especially in the superficial soil layers.

Index terms : mowing, Hevea brasiliensis, management, bulk density, macroporosity.

INTRODUÇÃO

O manejo adequado dos solos cultivados é de extrema importância para manter ou alterar o mínimo possível as propriedades físicas dos solos, mantendo-as adequadas ao bom desenvolvimento das culturas, principalmente aquelas que, modificadas, podem ocasionar problemas, tais como: compactação, redução na infiltração de água no solo, na retenção de água, na porosidade e na agregação.

De acordo com Centurion & Centurion (1993), as práticas mais recomendadas para o manejo dos Latossolos cultivados com seringueira são a calagem e fosfatagem com incorporação profunda de gesso agrícola para solos álicos, pois as limitações dos Latossolos referem-se mais às propriedades químicas. Já os Argissolos apresentam problemas com erosão, exigindo para o cultivo da seringueira práticas conservacionistas, como terraceamento, plantio em nível e uso de cobertura vegetal. Alguns heveicultores do Planalto Paulista têm utilizado em demasia a grade para o controle de plantas daninhas, o que tem causado problemas de compactação, diminuindo a velocidade de infiltração da água e deixando o solo mais sujeito à erosão. O uso de roçadeira no período chuvoso é uma prática bastante recomendada para os Argissolos.

Centurion et al. (1995), realizando estudo do desenvolvimento de seringueira em solos do Planalto Ocidental Paulista (Latosolos e Argissolos), verificaram que esses não apresentaram limitações quanto às propriedades físicas, profundidade efetiva, textura e drenagem interna no desenvolvimento desta cultura. Carmo & Figueiredo (1985) observaram que a seringueira se desenvolve melhor em Latossolos do que em Argissolos, pois os

Argissolos apresentam horizonte subsuperficial que dificulta o desenvolvimento radicular, são mais rasos, apresentam geralmente relevo mais acidentado e superfície mais desuniforme, com maiores problemas de disponibilidade de água e de erosão.

A densidade do solo é, com certa restrição, a medida quantitativa mais direta da compactação do solo (Camargo & Alleoni, 1997). Pinotti & Centurion (1998), na avaliação do efeito de práticas de manejo (roçadeira, *Pueraria phaseoloides* e gradagem) sobre as propriedades físicas e físico-hídricas de um Argissolo Vermelho-Amarelo cultivado com seringueira, verificaram que a densidade do solo apresentou menores valores com o emprego da grade nas profundidades de 0-10 e 30-40 cm, indicando menor grau de compactação nessas camadas.

Avaliando o efeito da mecanização sobre a matéria orgânica e algumas características físicas de um Latossolo Amarelo cultivado com cultura perene, Veloso et al. (1998) verificaram, para a densidade do solo, uma compactação nas camadas de 10-20 e 20-30 cm, sendo mais evidente nas áreas mecanizadas.

Sarvasi (1994) verificou, em diferentes sistemas de preparo do solo (plantio direto, escarificação, aração e gradagem), que, na camada superficial (0-5 cm), os maiores valores de densidade do solo ocorreram no sistema plantio direto, enquanto, na profundidade de 15 cm, os maiores valores foram encontrados no tratamento com a grade.

A densidade do solo foi a variável mais modificada pelo cultivo em experimento desenvolvido por Sanches et al. (1999), no qual foi avaliado o impacto do cultivo de citros sobre algumas propriedades do solo.

O aumento da mecanização na agricultura envolve o uso de máquinas pesadas, as quais, em

condições de excesso de umidade, causam compactação do solo (Veen & Boone, 1981). Essa pode ser detectada pela diminuição da porosidade total e de macroporos e pelo aumento da microporosidade.

Segundo Mazza et al. (1994), a redução da microporosidade pela compactação do solo, em citrus, promove a diminuição do sistema radicular, da quantidade de água disponível no solo, reduzindo, direta e indiretamente, a taxa de absorção de nutrientes pelas plantas.

Em estudo sobre alterações de propriedades físicas e atividade microbiana de um Latossolo Amarelo cultivado com fruteiras perenes e mandioca, Borges et al. (1999) verificaram que o manejo do solo provocou uma redução na microporosidade nas áreas cultivadas com manga e citrus, notadamente na camada superficial, sendo os valores de microporosidade para esse horizonte inferiores no solo cultivado com manga.

O objetivo do trabalho foi verificar as alterações na densidade e na porosidade do solo, representada pela macro e microporosidade, de acordo com as práticas de manejo aplicadas na entrelinha da cultura da seringueira (*Hevea brasiliensis*).

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos, um em Latossolo Vermelho textura argilosa (LV) no município de Jaboticabal-SP (Latitude: 21° 15' S; longitude: 48° 18' W; altitude 595 m), e outro em um Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA) textura areia/média em Tabapuã (SP) (Latitude: 20° 57' S; longitude: 49° 03' W; altitude 545 m), ambos com seringueira plantada em 1992, com os clones RRIM 701 e PB 235. Os clones PB 235 e RRIM 701 foram plantados no experimento de Jaboticabal (solo LV), enquanto em Tabapuã (solo PVA) somente foi plantado o clone PB 235.

Os solos foram caracterizados morfológica, física e quimicamente classificados pelo Sistema Brasileiro de acordo com Camargo et al. (1987) que corresponde atualmente a: Latossolo Vermelho distrófico textura argilosa A moderado caulínítico hipoférrico relevo plano e Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico abrupto, Tb, A moderado, textura areia/média fase floresta tropical subperenifólia e relevo suave ondulado (EMBRAPA, 1999).

Aplicaram-se os seguintes sistemas de manejo nas entrelinhas (espaçamento de 7,0 m) da cultura da seringueira: gradagem, *Pueraria phaseoloides* (Kudzu Tropical) e roçadeira. Esses sistemas têm sido utilizados desde o estabelecimento da cultura em 1992, sendo a roçadeira usada para o controle de ervas daninhas, enquanto, na linha da cultura, este controle foi feito com o uso do herbicida glyfosate.

As amostragens nestes sistemas foram realizadas ao acaso nas entrelinhas da cultura, exceto para a roçadeira, em que se procurou evitar amostragens no rodado. A gradagem foi realizada com grade pesada (aradora) no experimento de Jaboticabal (solo LV), enquanto, em Tabapuã (solo PVA), empregou-se a grade leve (niveladora). Essa variação ocorreu por causa das texturas diferenciadas nestes solos e da incidência de ervas daninhas.

Avaliaram-se, nos anos de 1998 e 1999, a densidade do solo, micro, macro e porosidade total. A densidade do solo foi determinada pelo método do anel volumétrico (54,3 cm³), em amostras retiradas nas entrelinhas da seringueira, nas profundidades de 0-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm. Os experimentos foram efetuados em blocos ao acaso, com oito repetições, três sistemas de manejo e quatro profundidades e avaliados em dois anos, totalizando 96 amostras por experimento.

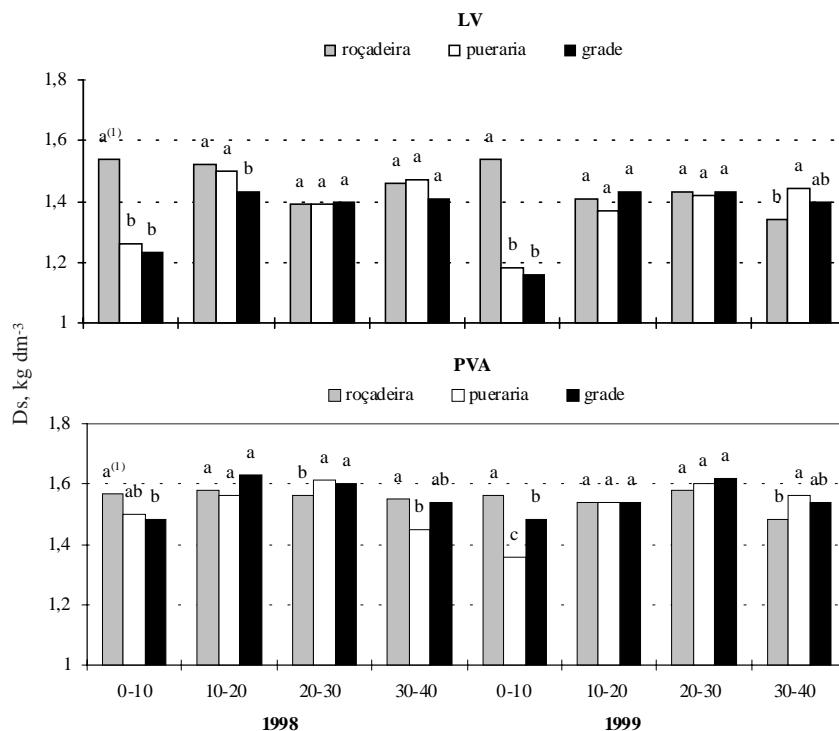
A retenção de água, em amostras indeformadas (54,3 cm³), foi determinada em extratores de placas de cerâmica, por secamento, conforme Richards (1965), nas tensões: 6; 10; 33; 60; 100 e 330 kPa. A partir das curvas de retenção de água do solo ajustadas, conforme van Genuchten (1980), foram avaliadas a porosidade total, macro e microporosidade, considerando como microporosidade o teor volumétrico de água retida no solo após aplicação de uma tensão de 6 kPa. A porosidade total foi obtida pela diferença da massa do solo saturado e a massa do solo seco em estufa, enquanto a microporosidade foi determinada pela diferença entre a porosidade total e a microporosidade.

Realizaram-se análises de variância pelo emprego do teste F e o teste de Tukey para comparação de médias dos tratamentos, nas diferentes profundidades do solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

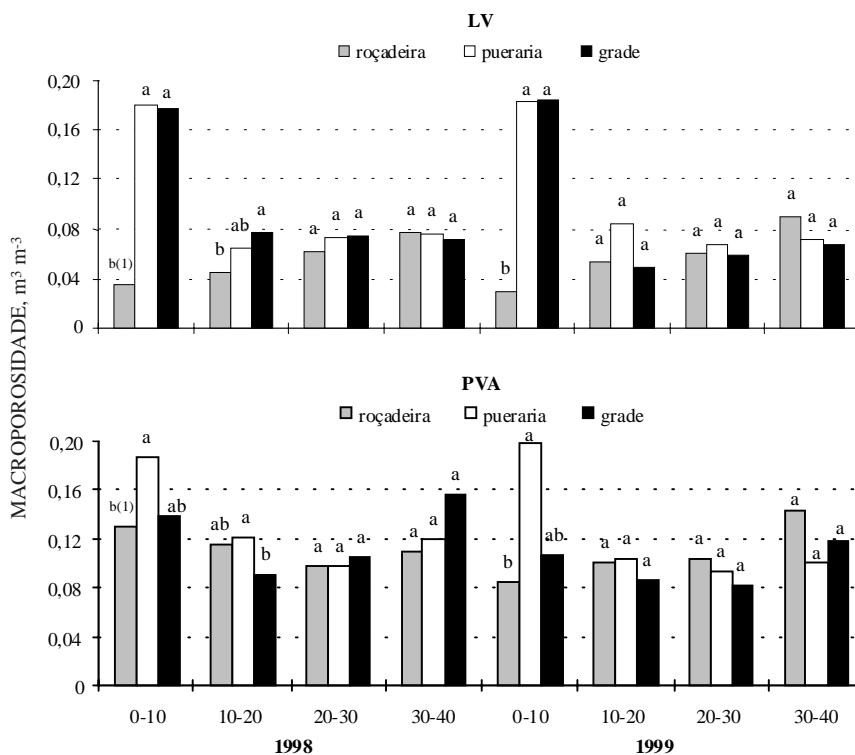
Os maiores valores de densidade do solo na camada superficial (0-10 cm) foram obtidos com o uso de roçadeira, tanto no LV como no PVA (Figura 1), nos anos de 1998 e 1999. Essa compactação, quantificada pelos elevados valores de densidade do solo e reduzida microporosidade (Figura 2), ocorreu em decorrência do uso deste implemento por um período longo de tempo (seis e sete anos consecutivos), aliado à ausência de revolvimento do solo.

A compactação das camadas superficiais resultante da ausência de revolvimento do solo também foi verificada por Sarvasi (1994), porém em sistema plantio direto. Este autor atribuiu o aumento da densidade do solo nesta camada ao rearranjo das partículas do solo pela ausência de revolvimento. Alterações na densidade do solo com



⁽¹⁾ Barras seguidas por letras iguais, dentro da mesma profundidades e ano, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %.

Figura 1. Densidade do solo (Ds) no Latossolo Vermelho (LV) e Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA), nos sistemas de manejo roçadeira, pueraria e grade, nas profundidades de 0-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm, em 1998 e 1999.



⁽¹⁾ Barras seguidas por uma mesma letra, dentro da mesma profundidade e ano, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %.

Figura 2. Macroporosidade no Latossolo Vermelho (LV) e Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA), nos sistemas de manejo roçadeira, pueraria e grade, nas profundidades de 0-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm, em 1998 e 1999.

diferentes sistemas de manejo são relatadas na literatura por diversos autores (Veloso et al., 1998; Borges et al., 1999; Cavenage et al., 1999; Sanches et al., 1999).

De acordo com Grable & Siemer (1968), o limite crítico de aeração que reduz sensivelmente o crescimento de raízes é de $0,1 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, porém para cultura anual. No LV, para a cultura em questão, observou-se, independentemente do manejo empregado, para o limite crítico considerado como condição mínima para aeração, que a densidade deverá ser inferior a $1,36 \text{ kg dm}^{-3}$ (Figura 4).

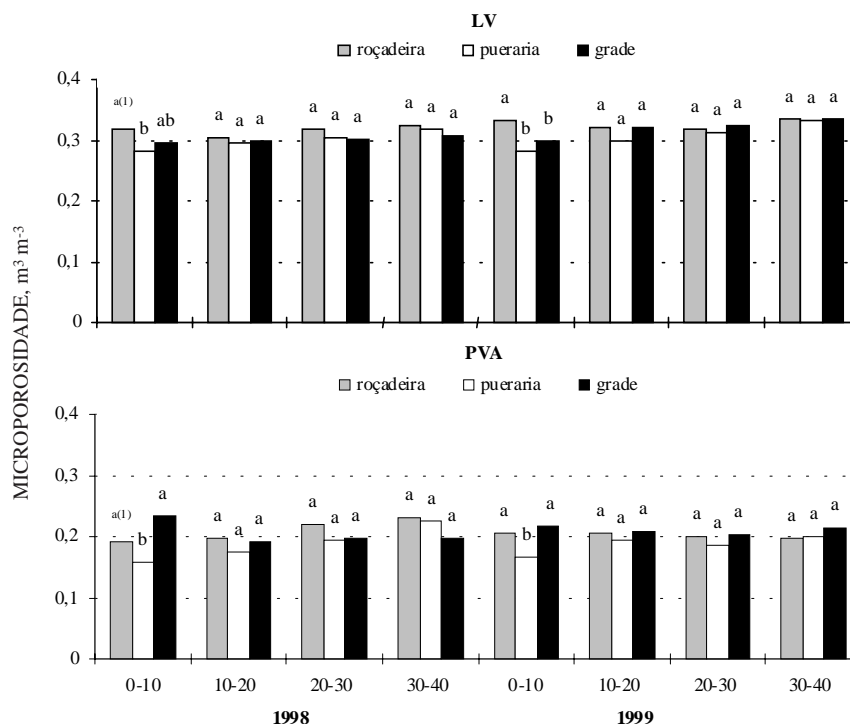
O PVA também apresentou macroporosidade inferior e predomínio de microporos (Figura 3) no tratamento com roçadeira na camada de 0-10 cm, porém a proporção de macroporos apresentou-se superior ao valor crítico de $0,1 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, podendo acarretar maior crescimento das raízes de seringueira neste solo em relação ao LV, discordando da afirmação de Carmo & Figueiredo (1985). Portanto, torna-se importante verificar a relação entre macro e microporos, pois, muitas vezes, há um predomínio de microporos, ocorrendo densidades elevadas, que podem dificultar o movimento de ar e água para as raízes das plantas, porém esse comportamento só irá ocorrer se a proporção de macroporos estiver abaixo do limite crítico considerado.

Para o PVA, uma densidade superior a $1,59 \text{ kg dm}^{-3}$ pode vir a limitar o desenvolvimento das raízes (Figura 4), independentemente do manejo.

Segundo Mazza et al. (1994), a redução da macroporosidade do solo pela compactação provocou redução do sistema radicular em citrus, diminuindo, direta e indiretamente, a absorção de nutrientes pelas plantas, mesmo com sua presença no solo.

O manejo com a grade proporcionou, para ambos os solos, condições para que estes apresentassem valores de densidade do solo inferiores e de macroporosidade superiores aos da roçadeira na camada de 0-10 cm. Resultados semelhantes foram obtidos com Hakoyama et al. (1995) e Das Ros et al. (1997) que verificaram que o preparo com a mobilização do solo provocou aumento do volume de poros (principalmente macroporos) e, conseqüentemente, diminuição da densidade do solo nas camadas superficiais dos solos.

Valores intermediários de densidade e de macroporosidade foram apresentados no tratamento com o adubo verde (*Pueraria phaseoloides*) em relação aos demais tratamentos. Pode-se atribuir este resultado, no caso do LV, ao maior teor de matéria orgânica na superfície em relação ao PVA ($26,0$ e $10,6 \text{ g kg}^{-1}$), respectivamente, para o LV e o



⁽¹⁾ Barras seguidas por uma mesma letra, dentro de uma mesma profundidade para o mesmo ano, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %.

Figura 3. Microporosidade no Latossolo Vermelho (LV) e Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA), nos sistemas de manejo roçadeira, pueraria e grade, nas profundidades de 0-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm, em 1998 e 1999.

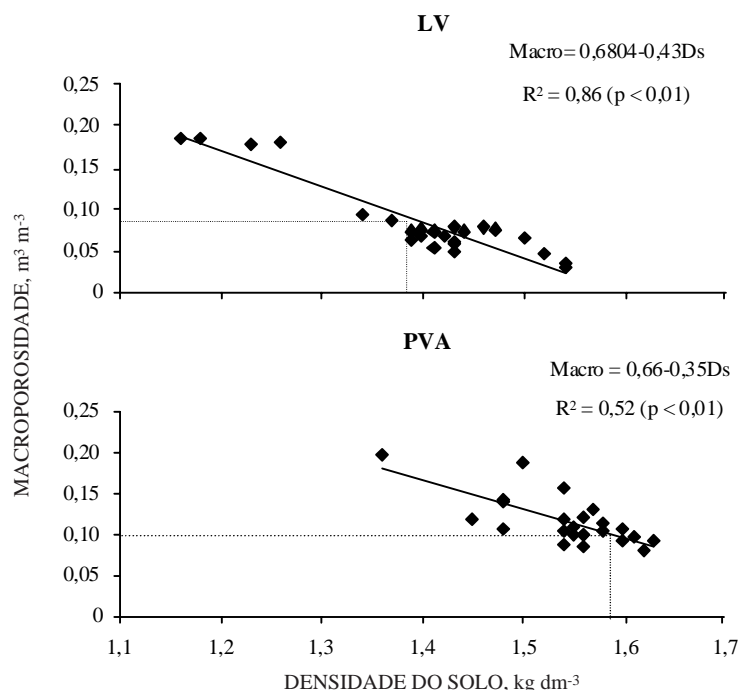


Figura 4. Relação entre macroporosidade e densidade do Latossolo Vermelho (LV) e Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA) na profundidade de 0-40 cm nas amostras coletadas em 1998 e 1999 ($P < 0,01$).

PVA, que está relacionado com a deposição superficial de folhas secas que ficam em contato com o solo e aí permanecem pela ausência do revolvimento, bem como a concentração superficial de raízes. Sabe-se que a matéria orgânica favorece a agregação do solo, portanto, sua correlação com a densidade e a porosidade é alta, como observaram Krishnakumar et al. (1990).

A ação da mobilização do solo, provocada pela grade, foi mais visível no LV, até 20 cm, pois, neste caso, foi empregada a grade pesada (grade aradora), ao passo que no PVA apenas a camada de 0-10 cm indicou o efeito benéfico da gradagem, em decorrência do uso de grade leve (niveladora). De acordo com Sarvasi (1994), a faixa de atuação dos diversos tipos de grade existentes irá depender conjuntamente das próprias características do implemento utilizado, das condições morfológicas do solo em questão, e da umidade do solo no momento da operação. Por apresentar o PVA superfície arenosa, é comum entre agricultores o uso deste implemento nesse solo.

Com relação ao período de coleta das amostras, pode-se concluir que a densidade do solo e a macroporosidade para os sistemas de manejo empregados apresentaram as mesmas tendências nos dois solos, tanto para o ano de 1998 quanto para 1999, havendo alterações benéficas nestas características físicas (densidades menores e maior macroporosidade), no ano de 1999, para ambos os solos. Porém, estas modificações não chegam a ser significativas no período de 12 meses, pois este tempo

é considerado muito curto para causar alterações acentuadas nas propriedades físicas do solo, considerando os mesmos tipos de manejo.

CONCLUSÕES

1. O manejo com a roçadeira provocou a formação de camadas compactadas (aumento da densidade do solo e diminuição da macroporosidade do solo) no Latossolo Vermelho e no Argissolo Vermelho-Amarelo, sendo este efeito mais pronunciado na camada superficial (0-10 cm de profundidade).

LITERATURA CITADA

- BORGES, A.L.; KIEHL, J. & SOUZA, L.S. Alteração de propriedades físicas e atividade microbiana de um Latossolo Amarelo álico após cultivo com fruteiras perenes e mandioca. R. Bras. Ci. Solo, 23:1019-1025, 1999.
- CAMARGO, O.A. & ALLEONI, L.R.F. Compactação do solo e desenvolvimento de plantas. Piracicaba, Degaspar, 1997. 132p.
- CARMO, D.N. & FIGUEIREDO, M.S. Solos para seringueira: manejo e conservação. Inf. Agropec., 11:13-17, 1985.
- CAVENAGE, M.L.T.; MORAES, M.C.; ALVES, M.A.C.; CARVALHO, M.L.M. & FREITAS, S. Alterações nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho sob diferentes culturas. R. Bras. Ci. Solo, 23:753-761, 1999.

- CENTURION, M.A.P.C. & CENTURION, J.F. Cultura da seringueira. Jaboticabal, FUNDUNESP/SEBRAE, 1993. 48p.
- CENTURION, J.F.; CENTURION, M.A.P.C. & ANDRIOLI, I. Rubber growing soils of São Paulo, Brazil. *Indian J. Nat. Rubb. Res.*, 8:75-84, 1995.
- DAS ROS, C.O.; SECCO, D.; FIORIN, J.E.; PETRERE, C.; CADORE, M.A. & PASA, L. Manejo do solo a partir de campo nativo: efeito sobre a forma e estabilidade da estrutura ao final de cinco anos. *R. Bras. Ci. Solo*, 21:241-247, 1997.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro-RJ): Sistema brasileiro de classificação de solos. Serviço de produção de informação. Brasília, 1999. 412p.
- GRABLE, A.R. & SIEMER, E.F. Effects of bulk density, aggregate size and soil water suction on oxygen diffusion, redox potential and elongation of corn roots. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 32:180-186, 1968.
- HAKOYAMA, S.; YOSHIDA, K.; NAKAGAWA, J.; MORAES, M.H.; IWAMA, H.; IGUITA, K. & NAKAGAWA, J. Efeitos da semeadura direta e do preparo convencional em algumas propriedades físicas do solo. *Cientifica*, 23:17-30, 1995.
- KRISHNAKUMAR, A.K.; DATTA, B. & POTTY, S.N. Moisture retention characteristics of soils under *Hevea* in Índia. *Indian. J. Nat. Rubb. Res.*, 3:9-21, 1990.
- MAZZA, J.A.; VITTI, G.C.; PEREIRA, H.S.; MENEZES, G.M. & TAGLIARINI, C.H. Influência da compactação no desenvolvimento radicular de citrus: sugestão de método de avaliação e recomendação de manejo. *Laranja*, 15:251-62, 1994.
- PINOTTI, A.A.R. & CENTURION, J.F. Efeito do manejo nas propriedades físicas e físico-hídrico de um Podzólico Vermelho-Amarelo com cultura perene. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 12., Fortaleza, 1998. Resumos. Fortaleza, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1998. p.85-86.
- RICHARDS, L.A. Physical condition of water in soil. In: BLACK, C.A., ed. *Methods of soils analysis. Part 1*, Madison, American Society of Agronomy, 1965. p.128-151.
- SANCHES, A.C.; SILVA, A.P.; TORMENA, C.A. & RIGOCIN, A.T. Impacto do cultivo de citrus em propriedades químicas, densidade do solo e atividade microbiana de um Argissolo Vermelho-Amarelo. *R. Bras. Ci. Solo*, 23:91-99, 1999.
- SARVASI, F.O.C. Dinâmica da água, erosão hídrica e produtividade das culturas em função do preparo do solo. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1994, 147p. (Tese de Mestrado)
- Van GENUCHTEN, M.A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soil. *Soil. Sci. Am. J.*, 1:892-898, 1980.
- VEEN, B.W. & BOONE, F.R. The influence of mechanical resistance and phosphate supply on morphology and function of corn roots. *Plant Soil*, 63:77-81, 1981.
- VELOSO, C.A.C.; CARVALHO, E.J.M. & REGO, S.M. Efeito da mecanização sobre a matéria orgânica e alguns parâmetros físicos em Latossolo Amarelo cultivado com citros no município de Capitão Poço-PA. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 12., Fortaleza, 1998. Resumos. Fortaleza, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1998. p.175-176.

