

# CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO SOLO SUBMETIDO A PRÁTICAS DE MANEJO EM POMAR DE LARANJA 'BAIANINHA'<sup>1</sup>

FERNANDO LUIZ DULTRA CINTRA, YGOR DA SILVA COELHO<sup>2</sup>,  
ALMIR PINTO DA CUNHA SOBRINHO e ORLANDO SAMPAIO PASSOS<sup>3</sup>

**RESUMO** - Após 16 anos de instalação de um ensaio com laranja 'Baianinha' (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), foi feita a caracterização física do solo, submetido a cinco diferentes práticas de manejo. Os manejos testados incluíram controle químico com herbicida, gradagem no verão e ceifa no inverno, grade permanente e ceifa permanente. As determinações físicas constaram de: densidade aparente, densidade de partículas, distribuição de tamanho de agregados, percentagem de agregação, granulometria, taxa de infiltração de água e resistência à penetração. O tratamento com ceifa permanente permitiu a manutenção das características físicas do solo e melhoria na estrutura, graças ao incremento no teor de matéria orgânica. A gradagem permanente promoveu redução no tamanho dos agregados e na percentagem de agregação, além de formar camada compactada na profundidade de 10-15 cm. O uso de herbicida permitiu a formação de crostas superficiais, alterando as propriedades físicas do solo e reduzindo a velocidade de infiltração de água.

Termos para indexação: manejo e conservação do solo, controle químico, herbicida, *Citrus sinensis*, densidade aparente, porosidade, resistência à penetração, matéria orgânica.

## PHYSICAL CHARACTERIZATION OF A SOIL UNDER MANAGEMENT PRACTICES IN A 'BAIANINHA' ORANGE ORCHARD

**ABSTRACT** - Sixteen years after planting an experiment with 'Baianinha' orange *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, the physical characterization of the soil submitted to five management practices was done. The practices which were tested included chemical control with herbicide, harrow in the summer plus a grass mower in the winter, continuous harrow and continuous grass mower. The physical determinations made were apparent density, particle density, distribution and size of aggregates, percentage of aggregation, distribution of particles size, water infiltration rate and resistance to penetration. The treatment with continuous grass mower kept the physical characteristics of the soil upgrading its structure due to an increase in organic matter. Continuous harrow led to reduction of aggregate size and percentage of aggregation, and contributed to the formation of a compact layer 10 - 15 cm deep. The use of herbicide promoted the formation of superficial crusts changing the physical properties of the soil decreasing the velocity of water infiltration.

Index terms: soil management and conservation, chemical control, herbicide, *Citrus sinensis*, apparent density, resistance to penetration, organic matter.

## INTRODUÇÃO

As diferentes práticas de manejo do solo, exercem influência sobre o crescimento das árvores frutíferas e sobre a produção e qualidade dos frutos. Por sua vez, essa influência é dependente das alterações que se verificam nos fatores que constituem o ecossistema do pomar, quais sejam: o microclima, as propriedades físicas do solo, a disponibilidade de água e de nutrientes, a flutuação de pragas e a incidência de doenças.

A adoção de determinadas práticas de manejo do solo exige o conhecimento das alterações produzidas no ecossistema do pomar, a fim de que o produtor possa racionalizar sua exploração, visando não apenas aspectos produtivos mas também o desenvolvimento das plantas, sua vida útil e o desgaste do solo.

A importância de uma análise conjunta dos diferentes fatores do ecossistema foi bem caracterizada no trabalho conduzido por Passos et al. (1973), ao testar cinco práticas de manejo do solo em pomar de laranjeira 'Baianinha'. Das cinco práticas testadas, o uso de gradagem permanente alcançou maior produtividade, em torno de 42% superior àquela obtida com ceifa permanente. Apesar da maior produtividade obtida com o uso de gradagem permanente, Nascimento & Zem (1980)

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 5 de janeiro de 1983.

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> - Agr<sup>o</sup>, Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura (CNPMPF) - EMBRAPA, CEP 44380 - Cruz das Almas, BA.

<sup>3</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, CNPMPF/EMBRAPA, à disposição do IBDF/BA.

verificaram alta infestação de escama-farinha, *Pinaspis aspidistrae*, neste sistema, e Oliveira et al. (1981) constataram incidência elevada de gomose (*Phytophthora* sp.). No tratamento com ceifa permanente, os níveis de ocorrência de escama-farinha e gomose não diferiram daqueles normalmente verificados na região de Cruz das Almas, Bahia.

O uso de ceifa foi também testado por Rodriguez et al. (1964) em Limeira, SP, os quais encontraram, dentre nove práticas de cultivo, as menores produções no tratamento de vegetação natural ceifada duas vezes ao ano.

São diversos os sistemas de manejo sugeridos para utilização em pomares e bastante variáveis os efeitos sobre a produtividade. Good & Hyrcyz (1976) acreditam que o sistema de fruteiras intercaladas com gramíneas prejudica o crescimento das plantas jovens, por causa da competição em água e nutrientes.

O sistema de manejo no qual se aplica herbicida entre as fileiras de plantas é também bastante utilizado e, quando há aumento na produção, atribui-se, geralmente, à eliminação da competição exercida pela vegetação natural de gramíneas ou de leguminosas. Quando, porém, não há resposta ao tratamento de herbicida, atribui-se o fato à redução do teor de matéria orgânica e à falta de raízes capilares na superfície do solo (Vasconcellos et al. 1976).

A prática de manejo do solo, em pomar, que mais responde em produção, tem sido a de cultivo mecânico com gradagem. Vasconcellos et al. (1976) obtiveram produção três vezes superior neste sistema do que no de herbicida. Passos et al. (1973) encontraram aumentos superiores a 40% em relação ao sistema com ceifa permanente. A explicação para esta superioridade é que o revolvimento cria zonas de solo mais favoráveis para o crescimento, proliferação e atividade das raízes (Unger 1979). Além disso, esse revolvimento favorece a redistribuição da matéria orgânica no perfil do solo e permite a formação de espaço poroso entre os torrões, promovendo decréscimo na densidade aparente e incremento na porosidade total (Haynes 1980).

Apesar da série de vantagens provenientes da utilização desta prática, o seu uso prologando provoca diminuição da agregação do solo, compacta-

ção mecânica na subsuperfície e elevado índice de erosão hídrica nos pomares localizados em declive.

O presente trabalho teve como objetivos avaliar os níveis de degradação do solo submetido a diferentes práticas de manejo e fornecer subsídios para que, conjuntamente com outros fatores do ecossistema do pomar, possa-se indicar com maior precisão o manejo mais apropriado para áreas com clima e solo semelhantes aos da região de Cruz das Almas, Bahia.

## MATERIAL E MÉTODOS

A caracterização física do solo foi realizada no campo experimental do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, em um ensaio com laranjeira 'Baianinha', composto de cinco tratamentos, repetidos quatro vezes, perfazendo um total de 20 unidades experimentais, instalado no ano de 1965.

Os solos predominantes na região de Cruz das Almas são Latossolos Amarelos Distróficos; o clima é do tipo AM, de transição entre AF e AW, segundo a classificação de Koppen. A classificação textural da área onde está instalado o ensaio é apresentada na Tabela 1.

Os cinco sistemas de manejo utilizados no ensaio foram: A - capina química (Diuron); B - capina química (Diuron + bromacil); C - gradagem no verão e ceifa no inverno; D - gradagem permanente; E - ceifa permanente. Nos primeiros quatro anos, posteriores à implantação do ensaio, os tratamentos A e B correspondiam, respectivamente, aos tratamentos de adubação verde (feijão-bravo-do-ceará e posteriormente calopogônio) e culturas intercalares (mandioca, fumo, amendoim e feijão-macassar). Após este período, a consorciação foi inviabilizada por

TABELA 1. Distribuição do tamanho de partículas, em percentagem, do solo da área do ensaio onde foram testados os cinco sistemas de manejo.

Prof. (cm)	Frações de areia <sup>a</sup>					Areia total	Silte	Argila
	AMG	AG	AM	AF	AMF			
00-10	4,6	19,4	21,3	23,9	6,0	75,2	7,0	17,8
10-20	3,9	14,0	17,8	24,7	7,1	67,5	6,0	26,5
20-30	2,9	10,9	16,1	23,5	7,1	60,5	7,0	32,5
30-40	3,1	12,0	15,0	20,2	6,6	56,9	6,4	36,7

<sup>a</sup> AMG = areia muito grossa (2-1 mm); AG = areia grossa (1-0,5 mm); AM = areia média (0,5-0,25 mm); AF = areia fina (0,25-0,1 mm); AMF = areia muito fina (0,1-0,05 mm)

causa do sombreamento produzido pelas árvores já bastante desenvolvidas. A eliminação das ervas daninhas passou a ser feita com gradagens, e em 1976 foram instaladas, nestas quadras, tratamentos de controle químico.

A caracterização física do solo foi feita em trincheiras, uma por parcela, com 25 cm de profundidade, subdivididas em cinco camadas de 5 cm, nas quais foram realizadas as seguintes análises: densidade aparente e real, resistência à penetração, taxa de infiltração de água, distribuição do tamanho de partículas, porosidade total, macro e microporosidade, distribuição do tamanho de agregados, percentagem de agregação e matéria orgânica. Cada determinação foi repetida quatro vezes.

As determinações físicas foram baseadas em metodologias descritas por Forsythe (1975), com exceção da macro e microporosidade e da distribuição do tamanho de partículas, as quais seguiram metodologias descritas por Kiehl (1979) e Day (1965), respectivamente. A determinação do teor de matéria orgânica do solo foi feita segundo método descrito no manual de análise de solo da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1979), enquanto que, para a determinação da resistência à penetração, utilizou-se o penetrômetro "cone index", com 1.327 cm<sup>2</sup> de base.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

**Densidade aparente e real, porosidade total, macro e microporosidade**

O tratamento com ceifa permanente apresentou valores mais baixos de densidade aparente, como também maior percentagem de macroporos, superior 36% ao tratamento com herbicida (A) na camada de 0 - 10 cm, fato que demonstra a superioridade deste tratamento em relação àqueles que sofreram revolvimento com grade. Observou-se, ainda, que, à exceção do tratamento com ceifa permanente, houve uma tendência de aumento na densidade aparente, e de redução na macroporosidade na camada de 10 - 20 cm (Tabela 2). Voorhees et al. (1978), estudando o efeito do tráfego de máquinas em áreas de lavoura, encontraram valores de densidade aparente 40% superiores nas áreas que receberam gradagem em vez de aração.

As mudanças na densidade aparente e porosidade do solo influenciam a permeabilidade, a taxa de drenagem e a penetração de raízes, além de afetar a capacidade do solo em manter água na forma disponível. Tais características podem ser melhoradas com uso de práticas de cultivo que ajustem a densidade do solo às condições ideais (Archer & Smith 1972).

**TABELA 2.** Densidade real, aparente, porosidade total, macro e microporosidade do solo submetido aos cinco sistemas de manejo.

Tratamentos <sup>a</sup>	Prof. (cm)	Densidade (g.cm <sup>-3</sup> )			Porosidade (%)	
		Real	Aparente	Macro	Micro	Total
A	0 - 10	2,58	1,70	9,86	21,86	31,71
	10 - 20	2,56	1,77	8,58	30,09	38,67
	20 - 30	2,56	1,72	7,88	24,15	32,03
B	0 - 10	2,61	1,71	10,34	19,26	29,60
	10 - 20	2,60	1,78	6,28	23,21	29,49
	20 - 30	2,58	1,67	7,43	25,30	32,73
C	0 - 10	2,65	1,76	10,48	23,18	33,62
	10 - 20	2,60	1,77	4,00	27,79	31,79
	20 - 30	2,60	1,70	7,88	26,67	34,55
D	0 - 10	2,64	1,64	13,70	20,43	34,13
	10 - 20	2,63	1,77	7,91	22,67	30,58
	20 - 30	2,60	1,66	9,70	23,63	33,33
E	0 - 10	2,53	1,65	15,53	18,70	34,23
	10 - 20	2,61	1,68	11,72	23,89	25,61
	20 - 30	2,55	1,64	11,49	24,91	36,40

<sup>a</sup> A = herbicida (Diuron); B = herbicida (Diuron + bromacil); C = gradagem no verão e ceifa no inverno; D = gradagem permanente; E = ceifa permanente.

Entre as práticas de manejo do solo testadas, verificou-se melhor resposta em produção nos tratamentos onde a gradagem foi utilizada durante todo o tempo ou em determinados períodos (Passos et al. 1973). O comportamento mais produtivo desta prática pode ser conseqüência do aumento da quantidade de água retida por unidade de volume com o aumento da densidade aparente. Segundo Mirreh & Ketcheson (1972), sob baixa densidade aparente, há grande predominância de poros facilmente drenados, enquanto que sob altas densidades predominam poros pequenos com boa capacidade de retenção de água.

Rosemberg & Willits (1962) observaram que o aumento da densidade aparente de 1,3 para 1,6 g. cm<sup>-3</sup> promoveu um incremento de 50% na produção de cevada em solo arenoso e de apenas 37% em solo argiloso, fato que pode ser atribuído ao aumento de água disponível no solo arenoso e ao impedimento mecânico produzido no solo argiloso.

Todas as medidas que contribuem para a eco-

nomia de água elevarão a eficiência na absorção dos nutrientes existentes no solo. A insuficiência de água impede a adequada absorção e translocação dos nutrientes pelos vegetais, assim como sua utilização no metabolismo (Jacob & Uexkull 1973).

#### Resistência à penetração

A utilização da gradagem permanente produziu altos níveis de resistência à penetração em todas as camadas estudadas, sendo que na camada de 10 - 15 cm foi visível a ocorrência de compactação (Fig. 1). É interessante observar que também nesta profundidade foram encontrados os valores mais elevados de densidade aparente e as mais baixas percentagens de macroporos (Tabela 2). Segundo Nelson et al. (1975), a compactação produzida pelo tráfego de máquinas deve atuar sobre o crescimento das plantas e sobre a produção de culturas, em virtude da combinação de fatores, tais como: diminuição no teor de  $O_2$ , acumulação de  $CO_2$ , baixa utilização de água, impedimento ao crescimento das raízes e restrição na absorção de nutrientes.

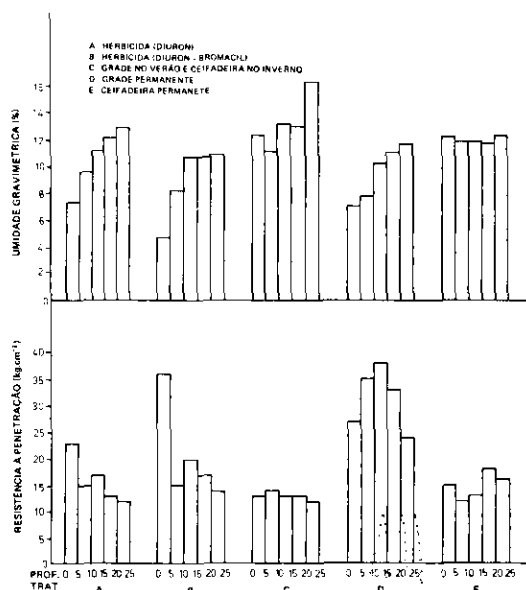


FIG. 1. Resistência à penetração e umidade do solo no momento das leituras com o penetrômetro, nos cinco sistemas de manejo.

Segundo Meredith & Patrick Junior (1961), a camada compactada é menos estável em solos de textura fina do que nos de textura média. Quando areia fina e silte são compactados, as forças de dilatação e contração que acompanham a hidratação e desidratação não são suficientes para afrouxar a massa de solo, fato que ocorre em solos de textura fina, principalmente naqueles com predominância de argila 2:1.

Observou-se alta resistência à penetração, nos primeiros cinco centímetros de solo, no tratamento com herbicida, o que caracteriza a presença de crosta neste sistema de manejo. A ausência de vegetação e a exposição do solo à ação direta do impacto da chuva devem ter sido os fatores responsáveis pelo adensamento do solo na superfície (Fig. 1). Em geral, o encrostamento consiste de uma camada de solo compacta e desestruturada, proveniente do impacto das gotas de chuva e do arrastamento das partículas pela água (Daker 1953).

Nos tratamentos em que o solo foi mantido com vegetação (tratamentos C e E), observaram-se baixos níveis de resistência à penetração, na profundidade de 0 - 5 cm, que atingiram valores em torno de 50% inferiores aos do tratamento B (Fig. 1). Segundo Daker (1953), ao reduzir a energia de queda das gotas de chuva, a cobertura vegetal diminui a ação destrutiva das reações em cadeia que as precipitações de alta intensidade ocasionam em solos expostos.

#### Matéria orgânica

A diminuição do teor de matéria orgânica nos cultivos contínuos pode ser atribuída à decomposição da matéria orgânica humificada em virtude do alto retorno dos resíduos vegetais ao solo (Juo & Lal 1977). Este declínio ficou bem caracterizado no tratamento de gradagem permanente, no qual se observou uma queda brusca no teor de matéria orgânica nas camadas inferiores a 5 cm (Fig. 2).

A degradação das propriedades físicas está bastante relacionada com o teor de matéria orgânica presente no solo. O tratamento com ceifa permanente apresentou os maiores teores de matéria orgânica e foi também o que melhor se comportou com relação aos parâmetros já discutidos (Tabela 2, Fig. 1). Além disto, este sistema de manejo per-

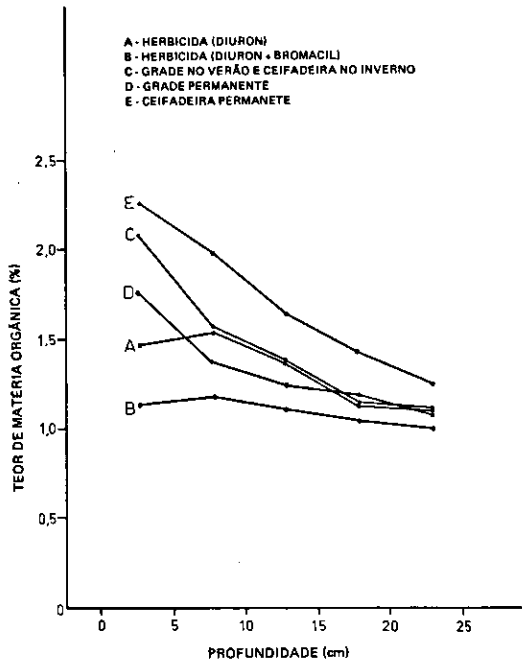


FIG. 2. Teor de matéria orgânica no solo submetido aos cinco sistemas de manejo.

mitiu melhor estruturação do solo, quando comparado às demais práticas testadas.

Os tratamentos com herbicidas (A e B) apresentaram teores de matéria orgânica mais baixos na superfície (0 - 5 cm) do que na camada imediatamente inferior (5 - 10 cm), a partir da qual esses teores começam a decrescer com a profundidade. O encrostamento, segundo Haynes (1980), reduz as pequenas camadas de ar no espaço poroso, criando condições desfavoráveis para a mineralização dos compostos nitrogenados, preservando, desta forma, a distribuição original da matéria orgânica (Fig. 2).

Análise de agregados

Para haver formação de agregados no solo é necessário que uma força mecânica, normalmente associada ao crescimento das raízes, provoque a aproximação das partículas do solo e que, após o contacto destas, haja um agente cimentante para consolidar esta união. Nos solos arenosos, a ocorrência de agregados está condicionada à presença de matéria orgânica, que é mais eficiente do que a

argila na formação de agregados estáveis (Kiehl 1979).

O tratamento com ceifa permanente mostrou grande potencial para agregar o solo, produzindo em torno de 40% mais agregados do que os outros manejos testados. Esta superioridade reflete a importância da vegetação permanente, como forma de manter a boa estruturação do solo (Fig. 3).

Segundo Allison (1968) e Haynes (1980), a produção contínua de matéria orgânica pela vegetação, com destaque para as gramíneas, tem dois grandes efeitos sobre a estruturação do solo: suprir o alimento necessário para a manutenção da microflora, e garantir a produção dos polissacarídeos indispensáveis à estabilização dos agregados.

De uma maneira geral, a movimentação do solo por meio de aração e gradagem tende a degradar, ao longo do tempo, a estrutura natural do solo. Os tratamentos A, B, C e D, que tiveram o solo revolvido, apresentaram percentuais de agregação bastante inferiores aos do tratamento com ceifa permanente (E), como também maiores percentuais de agregados com 0,5 mm. A maior parte dos agregados produzidos no tratamento com ceifa permanente apresentaram diâmetros su-

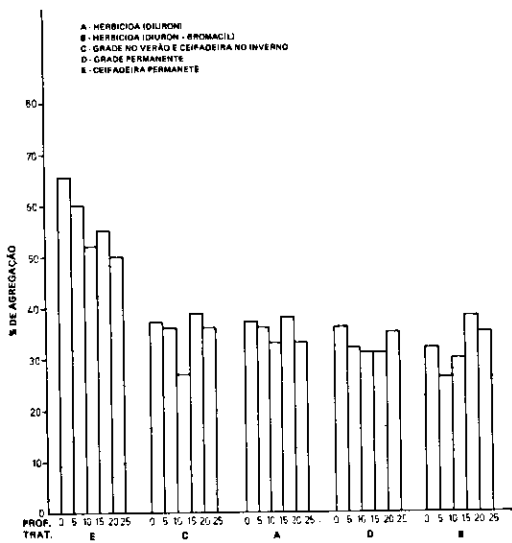


FIG. 3. Percentagem de agregação do solo submetido aos cinco sistemas de manejo.

periores a 2 mm, o que deverá refletir na aeração do solo e na maior atividade dos microorganismos (Fig. 3 e Tabela 3).

#### Infiltração de água

No tratamento B, a velocidade de infiltração de água, após duas horas de teste, foi de 9 mm/hora, cerca de 36% inferior à do tratamento de gradagem permanente. Em termos práticos, isto significa que, após a completa saturação do solo, uma chuva de 10 mm/hora provocará escoamento superficial no tratamento B, enquanto que no tratamento de gradagem permanente o escoamento só ocorrerá se a intensidade da chuva for superior a 42 mm/hora (Fig. 4). O encrostamento deve ser o fator físico do solo responsável por esta baixa velocidade

TABELA 3. Distribuição do tamanho de agregados do solo submetido aos cinco sistemas de manejo.

Tratamentos <sup>a</sup>	Prof. (cm)	Tamanho de agregados (mm)		
		4,76-2	2-1	1-0,5
A	0-5	19,3	17,3	16,1
	5-10	12,7	16,9	19,0
	10-15	9,0	13,2	21,6
	15-20	6,3	15,4	25,6
	20-25	6,0	13,2	22,1
B	0-5	14,6	16,6	19,9
	5-10	5,5	13,8	21,6
	10-15	5,2	14,3	22,7
	15-20	9,2	16,6	23,0
	20-25	7,8	16,1	23,2
C	0-5	20,6	17,7	16,1
	5-10	11,8	18,4	20,2
	10-15	5,4	14,6	19,2
	15-20	8,5	18,5	24,9
	20-25	9,1	18,8	20,4
D	0-5	21,6	18,5	17,0
	5-10	15,9	20,0	20,5
	10-15	11,3	19,2	20,9
	15-20	5,6	13,8	23,5
	20-25	6,4	15,3	24,7
E	0-5	52,2	11,4	11,1
	5-10	42,8	16,7	13,1
	10-15	29,4	18,0	18,7
	15-20	27,9	19,0	17,8
	20-25	17,5	20,2	20,1

<sup>a</sup> A = herbicida (Diuron); B = herbicida (Diuron + bromacil); C = gradagem verão e ceifa no inverno; D = gradagem permanente; E = ceifa permanente.

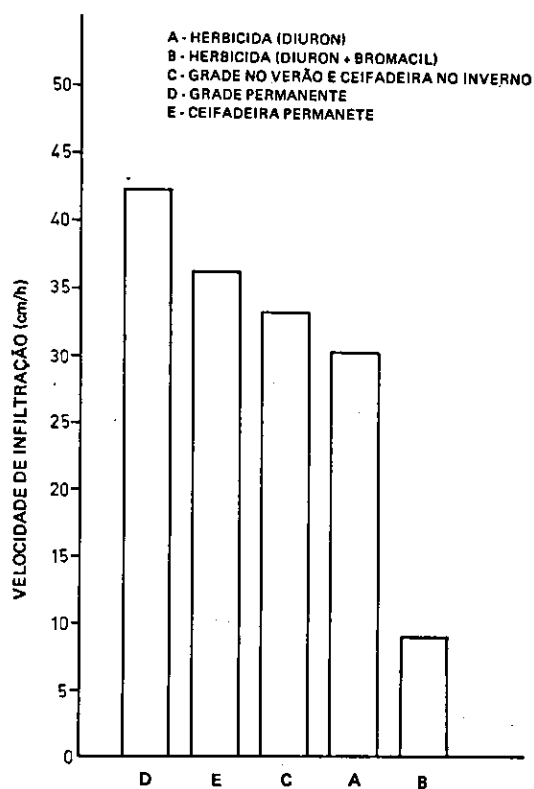


FIG. 4. Velocidade de infiltração de água no solo, após duas horas de teste, submetido aos cinco sistemas de manejo.

de infiltração de água. Com a exposição do solo às chuvas de alta intensidade, os agregados estruturais se desfazem e as partículas individuais dispersas passam a ocupar a macroporosidade existente entre os agregados. Esta situação promove diminuição na capacidade de infiltração de água no solo, aumentando os riscos de erosão hídrica.

O aumento da densidade do solo de 1,18 para 1,28 g.cm<sup>-3</sup>, a 1 cm de superfície, reduziu a a infiltração de água em 27%, o que demonstra a importância da difusividade de água, próximo à superfície, na taxa de infiltração (Gumbs & Warkentin 1972).

#### CONCLUSÕES

1. O uso contínuo e a longo prazo de gradagem e herbicida em pomar causou danos às proprieda-

des físicas do solo, pois, além de permitir a formação de camadas compactadas e adensamento na superfície, provocou elevados níveis de densidade do solo e reduziu a macroporosidade e os teores de matéria orgânica.

2. Dentre as práticas testadas, o uso de ceifa permanente apresentou maior potencial para manutenção e/ou recuperação das propriedades físicas do solo. Tal manejo pode, também, reduzir, de forma expressiva, as perdas de solo e água nos pomares localizados em declive.

3. Considerando-se a ocorrência, na região, de um período de elevado déficit hídrico, admite-se que a prática de gradagem no verão, associada com ceifa no período das chuvas, possa minimizar a competição de água produzida pela cobertura natural do solo.

#### REFERÊNCIAS

- ALLISON, F.E. Soil aggregation - some facts and fallacies as seen by a microbiologist. *Soil Sci.*, 106(2):136-43, 1968.
- ARCHER, J.R. & SMITH, P.D. The relation between bulk density available water capacity and air capacity of soils. *J. Soil Sci.*, 23(4):475-80, 1972.
- DAKER, A. Fatores que afetam a impermeabilização da superfície do solo causada pelos impactos dos pingos de chuva. *R. Ceres*, 9(52):223-33, 1953.
- DAY, P.R. Particle fractionation and particle size analysis. In: BLACK, C.A., ed. *Methods of soil analysis*. Madison, American Society of Agronomy, 1965. part. 1, cap. 43, p.545-67. (Agronomy, 9).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro, RJ. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, SNLCS, 1979. 1v.
- FORSYTHE, W.M. *Física de suelos: manual de laboratorio*. San José, Instituto Inter-americano de Ciências Agrícolas, 1975. 212p.
- GOOD, J.E. & HYRYCZ, K.J. The effect of nitrogen on young newly planted apple rootstocks in the presence and absence of grass competition. *J. Hortic. Sci.*, 51:321-7, 1976.
- GUMBS, F.A. & WARKENTIN, B.P. The effect of bulk density and initial water content on infiltration in clay soil samples. *Soil Sci. Am. Proc.*, 36:720-4, 1972.
- HAYNES, R.J. Influence of soil management practice on the orchard agroecosystem. *Agro. Ecosystems*, 6: 3-32, 1980.
- JACOB, A. & UEXKULL, H. *Nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales*. México Ed. Euroamericanas, 1973. 626p.
- JUO, A.S.R. & LAL, R. The effect of fallow and continuous cultivation on the chemical and physical properties of an alfisol in western Nigeria. *Plant Soil*, 47: 567-84, 1977.
- KIEHL, E.J. *Manual de edafologia*. São Paulo, Ceres, 1979. 263p.
- MEREDITH, H.L. & PATRICK JUNIOR, W.H. Effects of soil compaction on sub-soil root penetration and physical properties of three soils in Louisiana. *Agron. J.*, 53:163-7, 1961.
- MIRREH, H.F. & KETCHESON, J.W. Influence of soil bulk density and matric pressure on soil resistance to penetration. *Can J. Soil Sci.*, 52:477-83, 1972.
- NASCIMENTO, A.S. & ZEM, A.C. Efeito de diferentes tratos culturais na dinâmica populacional da escama-farinha *Pinnaaspis aspidistrae* (SIG., 1869) (Hom., Diaspididae) em laranjeira 'Baianinha' *Citrus sinensis* (L.) Osbeck. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 6, Campinas, 1980. Resumo. p.176-7.
- NELSON, W.E.; RAHI, G.S. & REEVES, L.Z. Yield potential of soybean as related to soil compaction induced by farm traffic. *Agron. J.*, 67:769-72, 1975.
- OLIVEIRA, A.A.R.; SANTOS FILHO, H.P.; COELHO, Y. da S.; PASSOS, O.S. & CUNHA SOBRINHO, A. P. da. Relação entre manejo do solo e ocorrência de gomose de *Phytophthora* spp. em pomar de laranja 'Baianinha' (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 16(6):841-4, nov./dez., 1981.
- PASSOS, O.S.; CUNHA SOBRINHO, A.P. da & COELHO, Y. da S. Manejo do solo em pomar de citros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2, Viçosa, 1973. *Anais* . . . Viçosa, Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1973. p.249-56.
- RODRIGUEZ, O.; MOREIRA, S. & ROESSING, C. Estudo de nove práticas de cultivo de solo em pomar cítrico no Planalto Paulista. *B. Inst. Pesq. Exper. Agropec.*, 7(3):257-8, 1964.
- ROSEMBERG, N.J. & WILLITS, N.A. Yield and physiological response of barley and beans growth in artificially compacted soils. *Soil Sci. Soc. Proc.*, 26:78-82, 1962.
- UNGER, P.W. Effects of deep tillage and profile modification on soil properties root growth and crop yield in the United States and Canada. *Geoderma*, 22: 375-95, 1979.
- VASCONCELLOS, H. de O.; ARAÚJO, C.M. & BRITTO, D.P.P. de S. Manejo do solo em pomar de laranja 'Pera' (*Citrus sinensis*). *Pesq. agropec. bras.*, Série - Agronomia, 11(12):43-8, 1976.
- VOORHEES, W.B.; SENST, C.G. & NELSON, W.W. Compaction and soil structure modification by wheel traffic in the Northern Corn Belt. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 42:344-9, 1978.