

EFEITO DE MÉTODOS DE CULTIVO EM ALGUMAS PROPRIEDADES FÍSICAS DE UM LATOSSOLO AMARELO MUITO ARGILOSO DO ESTADO DO AMAZONAS¹

JOSÉ CARLOS CORRÊA²

RESUMO - Foi avaliado o efeito de métodos de preparo de solo convencional, enxada rotativa ("rotavator") e plantio direto, sobre a estrutura do Latossolo Amarelo muito argiloso, em condições de vegetação de floresta virgem, na Estação Experimental da EMBRAPA/UEPAE de Manaus, AM. Observou-se que a influência dos métodos na densidade, macro e microporosidade, porosidade total e estabilidade dos agregados em água ocorreu nas profundidades de 0 cm - 10 cm e 10 cm - 20 cm. O plantio direto, entretanto, foi o que mais afetou a camada superficial de 0 cm - 10 cm, aumentando a densidade do solo e, conseqüentemente, reduzindo a macroporosidade e porosidade total. A estabilidade dos agregados em água foi afetada somente na profundidade de 0 cm - 10 cm pelos métodos de preparo convencional e rotavator. A correlação entre o teor de matéria orgânica e o diâmetro ponderado dos agregados foi baixa ($r = 0,30$) devido à alta percentagem de argila (81%) do solo.

Termos para indexação: manejo de solo, solo, física.

EFFECTS OF TILLAGE METHODS ON PHYSICAL PROPERTIES OF A CLAYEY YELLOW LATOSOL IN THE STATE OF AMAZONAS

ABSTRACT - The effects of tillage systems, conventional, rotary hoe ("rotavator") and non-tillage (direct sowing) on the structure of a clayey Yellow Latosol, originally under primary forest vegetation, was evaluated at the EMBRAPA-UEPAE Experiment Station at Manaus, Amazonas. Bulk density, macro, micro and total porosity, and aggregate stability in water were influenced by systems in the 0 cm - 10 cm and 10 cm - 20 cm soil sampling depths. The 0 cm - 10 cm depth in the non-tillage systems, presented the greatest increases in bulk density and, consequently, the largest reductions in macro and total porosity. Aggregate stability in water was only affected in the 0 cm - 10 cm depth by the conventional and rotary hoe systems. Correlations between organic matter and mean aggregate diameter were low ($r = 0,30$) due to the clay content (81%) of this soil.

Index terms: soil management, soil, physics.

INTRODUÇÃO

O cultivo intensivo dos solos tem sido uma das principais causas de deterioração de algumas de suas propriedades físicas, principalmente em regiões onde ocorrem altas precipitações, como no Estado do Amazonas. Nessa região, o preparo mecanizado dos solos, objetivando suprir a mão-de-obra carente, vem sendo realizado de forma indiscriminada.

Os métodos de preparo de solo têm influenciado na produção das culturas. Segundo Bowers & Bateman (1960), o cultivo convencional promove excelente germinação da semente e rápido crescimento, mas a compactação do solo, pelo excessivo cultivo, reduz a aeração e a infiltração da água. Wischmeier & Mannering (1965) e Harrold (1972)

demonstraram a eficiência dos cultivos reduzidos no controle da erosão em contraste com o preparo convencional. A curto prazo, as alterações sofridas pelo solo com o método convencional são favoráveis às condições requeridas para o crescimento das culturas. No entanto, à medida que o solo é submetido a sucessivos anos de cultivo, há uma tendência para a diminuição gradativa de sua aptidão agrícola pela alteração das suas propriedades físicas (Machado 1976). Para Benatti Júnior et al. (1977), o plantio direto proporciona sensível redução na erosão do solo, entretanto, está prática não é necessariamente apropriada para todas as regiões.

Muitos esforços de pesquisa foram desenvolvidos tentando avaliar a estrutura do solo. Para Kohnke (1968), não existe nenhum processo direto disponível para tanto. A estrutura poderá ser quantificada indiretamente através da medida de determinadas características físicas, como: análise de agregados, porosidade total e distribuição dos poros por tamanho. Gavande (1973) indica que uma simples

¹ Aceito para publicação em 7 de junho de 1985.

² Eng. - Agr., M.Sc., EMBRAPA/Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Manaus (UEPAE de Manaus), Caixa Postal 455, CEP 69000 Manaus, AM.

determinação da porosidade total não exprime condições de aeração efetiva do solo. As determinações da macro e microporosidade caracterizam melhor a correlação entre os espaços porosos.

Considerando a importância da estrutura na avaliação das condições físicas do solo para o crescimento das culturas, este trabalho teve como objetivo fundamental estudar a influência de três métodos de preparo de área sob algumas propriedades físicas do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na área experimental da Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Manaus (UEPAE de Manaus) da EMBRAPA, situada à margem esquerda da rodovia AM-010 (km 30), que liga a cidade de Manaus ao município de Itacoatiara, entre as coordenadas geográficas de 2°51'07" e 2°54'10" de latitude Sul e 57°57'20" e 60°01'20" de longitude W.Gr.

O solo utilizado foi classificado por Rodrigues et al. (1972) como Latossolo Amarelo muito argiloso. Caracteriza-se, essencialmente, por ser profundo, bem drenado, com estrutura que varia de fraca a moderada, pequena-bloco subangular, e fraca-pequena-granular. Possui alto teor de argila (Tabela 1) nos horizontes A e B; entretanto, em virtude da sua baixa atividade, a soma de bases e a capacidade de trocas de cátions são baixas, e a saturação de alumínio é alta. O relevo é predominantemente ondulado e a vegetação é típica de floresta equatorial úmida.

Conforme o Boletim Agrometeorológico (1983) da Estação Experimental da EMBRAPA o clima é do tipo Af, da classificação de Köppen, caracterizado por apresentar temperatura do mês mais frio sempre superior a 18°C e precipitação do mês mais seco acima de 60 mm.

O estudo foi realizado em área com topografia uniforme (2% a 3% de declividade), em condições de floresta. A floresta foi derrubada por meio de um implemento agrícola acoplado a um trator-de-esteira ("tree pusher"), queimada, enleirada e, em seguida, arada e gradeada para facilitar a catção manual de tocos.

O experimento foi instalado em maio de 1980, com os seguintes tratamentos: a) preparo convencional, constando de uma aração (arado MF com quatro discos) e uma gradagem (grade MF de 32 discos); b) preparo realizado com uma rotação, através de enxada rotativa (Rotavator FNI-Howard). A profundidade de aração, gradagem e rotação foi de, aproximadamente, 20 cm; c) plantio direto, que eliminou as operações acima descritas e outros métodos convencionais de preparo; as ervas daninhas foram controladas pela utilização de herbicidas. Os três métodos de preparo de área foram realizados antes do plantio do milho e caupi em rotação anual. A adubação e plantio, no preparo convencional enxada rotativa, foram realizados com a plantadeira-adubadeira MF-315 (feijão) e MF-401 (milho). No

plantio direto, foi utilizada a plantadeira-adubadeira Rotocaster FNI-Howard. Os implementos acima citados foram acoplados ao trator MF 285; d) floresta virgem sem uso, utilizada como testemunha.

O delineamento estatístico foi de blocos ao acaso, com três repetições, apresentando cada parcela uma área de 300 m² (15 m x 20 m).

Para avaliar o efeito dos diferentes métodos de preparo sobre as propriedades físicas do solo, durante três anos, foram coletadas amostras de solo em triplicatas, nas profundidades de 0 cm - 10 cm, 10 cm - 20 cm e 20 cm - 40 cm, em três locais dentro de cada parcela, de forma que cada resultado representa uma média de nove repetições. Os dados foram avaliados pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

As amostras com estrutura deformada e não-deformada foram submetidas às seguintes análises:

Densidade real do solo (dr): determinada com balão volumétrico aferido de 50 ml empregando álcool etílico (Oliveira 1960).

Densidade aparente (da): determinada segundo técnicas descritas por Blake (1965), fundamentada na utilização de cilindros metálicos de volume conhecido, para obter amostras de solos com estrutura natural.

Porosidade total (pt): obtida através dos resultados da densidade real (dr) e densidade aparente (da), através da fórmula:

$$pt = \frac{(dr - da)}{dr} \times 100$$

Distribuição do tamanho dos poros: obtida através de amostras com estrutura natural, coletadas com cilindros metálicos de 100 cm³, submetidas à aplicação de sucções equivalentes às alturas de coluna d'água de 20 cm, 40 cm e 60 cm, através da mesa de tensão descrita por Oliveira, (1968), e pressões de 1/10 atm e 1/3 atm, utilizando panela de pressão com placa porosa.

Microporosidade: obtida através dos dados das determinações anteriores das amostras submetidas à aplicação de sucção equivalente a 1/10 atm.

Macroporosidade: calculada através da diferença entre a porosidade total e a microporosidade.

Tamanho e estabilidade de agregados em água: obtidos através do método de Yoder utilizando-se peneiras de 4; 2; 1 e 0,2 mm de abertura de malha, com pré-umedecimento das amostras através do atomizador manual. O conjunto de peneiras foi adaptado a um dispositivo mecânico com 37 oscilações verticais/minuto. A avaliação foi feita através do diâmetro médio ponderado (Kemper & Chepil 1965).

O carbono orgânico foi determinado por oxidação da matéria orgânica com bicarbonato de potássio 0,4 N, segundo o método de Walkley - Black, e a percentagem de matéria orgânica obtida multiplicando-se a percentagem de carbono pelo fator 1,72.

TABELA 1. Análise física e química de Latossolo Amarelo muito argiloso de floresta equatorial úmida.

Horiz.	Prof. (cm)	pH		Granulometria (%)					Complexo de Lat. (%) ataque H ₂ SO ₄ d= 1,47			Ki	Kr
		H ₂ O	KCl	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila total	Argila natural	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃		
A ₁	0 - 8	3,8	3,6	8	1	10	81	10	31,74	25,38	5,14	2,12	1,88
A ₃	8 - 33	4,3	3,9	7	2	3	88	-	33,04	26,10	4,92	2,15	1,93
B ₂₁	33 - 70	4,7	4,1	4	1	4	91	-	21,75	25,47	4,90	1,45	1,29
B ₂₂	70 - 104	5,0	4,2	4	1	4	91	-	34,33	25,76	3,40	2,26	2,04
B ₂₃	104 - 150	5,0	4,2	4	1	4	91	-	35,54	25,90	4,68	2,23	2,09
B ₂₄	150 - 170+	5,2	4,2	3	1	3	93	-	34,20	25,57	4,08	2,27	2,07

Gradiente textural = 1,07

P ₂ O ₅ mg/100 g	Complexo sortivo (meq/100 g TFSA)								V(%)	%			C/N
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	H ⁺	Al ⁺⁺⁺	S	T		C	MO	N	
0,27	0,21	0,14	0,05	0,04	7,57	2,70	0,44	10,71	4	2,04	3,50	0,18	11
0,14	0,08	0,13	0,26	0,03	1,45	1,45	4,34	5,05	4	1,12	1,93	0,10	11
0,14	0,06	0,04	0,02	0,03	2,68	3,71	0,15	3,71	4	0,58	1,00	0,06	10
0,14	0,04	0,08	0,02	0,03	2,16	3,36	0,17	3,36	5	0,37	0,64	0,05	7
0,14	0,06	0,02	0,02	0,03	0,13	1,85	0,02	2,82	5	0,29	0,50	0,04	7
0,14	0,04	0,04	0,02	0,05	2,26	0,62	0,02	3,04	5	0,21	0,36	0,06	7

Fonte: Rodrigues et al. (1972)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma análise da influência dos diferentes métodos de manejo sobre as propriedades físicas do solo, com cobertura anterior de floresta, após transcorridos três anos (Tabela 2), permite verificar que os três métodos de preparo de área alteraram, com diferentes intensidades, a densidade aparente do solo na camada de 0 cm - 10 cm, apresentando valores significativamente superiores em relação à floresta virgem sem uso. Conseqüentemente, a macroporosidade e a porosidade total do solo foram reduzidas. O plantio direto, entretanto, foi que mais contribuiu para aumentar significativamente a densidade e reduzir a macroporosidade e porosidade total em relação aos demais tratamentos. Este fato deve-se ao tráfego da maquinaria agrícola sem uma ação destinada a soltar e granular o solo. A menor densidade exercida pelo preparo convencional e enxada rotativa deveu-se à maior mobilização do solo durante o preparo da área, deixando-o

mais solto. Bayer et al. (1972) observaram que a aradura promove a separação do torrão do solo em grânulos, sendo que estas partículas secundárias devem estar presentes antes das operações culturais. Os menores valores da densidade aparente na floresta virgem podem ser atribuídos ao efeito das raízes e da cobertura vegetal.

Embora não haja diferenças significativas da densidade aparente entre os métodos de preparo de área, na profundidade de 10 cm - 20 cm, ainda é observado o efeito do plantio direto aumentando significativamente a densidade em relação à floresta virgem. A macro e microporosidade do solo nesta profundidade, quando comparadas com as da floresta virgem, foram afetadas pelos métodos de preparo; entretanto, entre estes, não houve diferença significativa.

Na profundidade de 20 cm - 40 cm, os métodos de preparo do solo não afetaram sistematicamente a estrutura do solo.

Dias (1983), estudando a influência do preparo

TABELA 2. Valores médios de densidade aparente, macroporos, microporos e porosidade total nas profundidades de 0 cm - 10 cm, 10 cm - 20 cm e 20 cm - 40 cm, de Latossolo Amarelo muito argiloso, sob diferentes sistemas de preparo de área.

Tratamento	Densidade aparente (g.cm ⁻³)			Macroporos %			Microporos %			Porosidade total %			
	0-10	10-20	20-40	0-10	10-20	20-40	0-10	10-20	20-40	0-10	10-20	20-40	\bar{x}
Convencional	0,97 ^a	1,10 ^{ab}	1,14 ^a	23,3 ^a	14,3 ^a	8,2 ^a	36,0 ^a	42,0 ^a	46,0 ^a	41,3 ^a	59 ^a	56 ^a	56,3
Direto	1,20 ^b	1,14 ^a	1,13 ^a	8,6 ^b	10,2 ^a	10,0 ^a	41,4 ^b	42,1 ^a	45,0 ^a	42,8 ^a	50 ^b	52 ^b	52,3
Rotavator	0,93 ^a	1,10 ^{ab}	1,14 ^a	24,0 ^{bc}	11,5 ^a	8,5 ^a	37,4 ^a	42,5 ^a	46,2 ^a	42,0	61 ^a	54 ^{ab}	56,7
Floresta virgem	0,84 ^c	1,03 ^{bc}	1,12 ^a	29,5 ^c	21,4 ^b	10,0 ^a	35,2 ^a	36,0 ^b	45,2 ^a	38,8	65 ^c	57 ^a	59,0

Valores com a mesma letra em cada profundidade não diferem estatisticamente pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

de área através do desmatamento sobre as propriedades físicas deste solo, obteve valores de densidade aparente em torno de 1,3 g.cm⁻³ nas áreas trabalhadas com "buldozer". Em laboratório, o autor também estudou a relação densidade aparente/umidade do solo através de teste Proctor. A maior densidade obtida foi de 1,4 g.cm⁻³ no solo, com o teor de umidade de 32%, submetido a 27 batidas.

Os valores de densidade, encontrados nos métodos de preparo de solo convencional, enxada rotativa e plantio direto, foram inferiores aos valores considerados críticos, obtidos por Veihmeyer & Hendrickson (1948). Estes não observaram penetração de raízes em solos argilosos com densidade entre 1,6 g.cm⁻³.

A Fig. 1 mostra o diagrama físico-volumétrico da distribuição percentual acumulada de poros do solo sob métodos de preparo. Observa-se que as maiores modificações na distribuição do tamanho de poros, provocadas pelos métodos de preparo de solo convencional, enxada rotativa e plantio direto, ocorreram na profundidade de 0 cm - 10 cm. Entretanto, foi o plantio direto que mais alterou a distribuição do tamanho de poros e que mais reduziu o diâmetro dos poros maiores. O preparo convencional e com enxada rotativa, nesta profundidade, não diferiram entre si. Na profundidade de 10 cm - 20 cm, as modificações foram menos acentuadas, enquanto que a profundidade de 20 cm - 40 cm não foi afetada pelos métodos de preparo de solo.

O efeito do preparo do solo sobre a agregação, avaliado através do diâmetro médio ponderado, é mostrado na Tabela 3. Na profundidade de 0 cm - 10 cm, observa-se que, embora não tenha havido diferença significativa entre os métodos de preparo de solo, o preparo convencional e com enxada rotativa alteraram significativamente o diâmetro médio ponderado dos agregados, quando comparados com a floresta virgem. Isto foi decorrente da grande mobilização do solo através do arado, grade e enxada rotativa, nesta profundidade. Nas profundidades de 10 cm - 20 cm e 20 cm - 40 cm, não foram detectadas diferenças significativas. Os teores de matéria orgânica não foram alterados significativamente pelos métodos de preparo de solo. Constatou-se uma baixa correlação ($r = 0,30$) entre o

diâmetro médio ponderado e o teor de matéria orgânica. Isto ocorreu em razão de o solo apresentar alta percentagem de argila (Tabela 1) que, juntamente com óxidos cimentantes, fornece boa estabilidade aos agregados, mascarando, conseqüentemente, o efeito da matéria orgânica. Isto está de

acordo com Bayer et al. (1972), quando afirmam que existe alta correlação entre a matéria orgânica e a estabilidade de agregados em solos com menos de 25% de argila, ao passo que a correlação é baixa para solos com percentagem de argila maior de 35%.

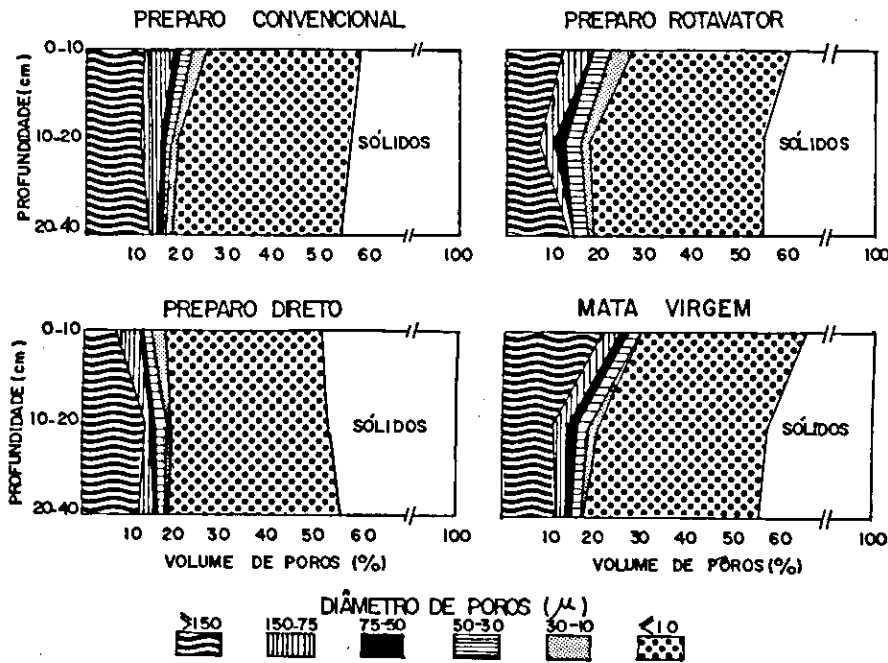


FIG. 1. Diagrama físico-volumétrico da distribuição percentual acumulada de poros por diâmetros de um Latossolo Amarelo sob diferentes sistemas de preparo de área.

TABELA 3. Diâmetro médio ponderado (DMP) de agregados e matéria orgânica nas profundidades de 0 cm - 10 cm, 10 cm - 20 cm e 20 cm - 40 cm de Latossolo Amarelo muito argiloso, sob diferentes sistemas de preparo de área.

Tratamento	Diâmetro médio ponderado (mm)				Matéria orgânica (%)			x̄
	0 - 10	10 - 20	20 - 40	x̄	0 - 10	10 - 20	20 - 40	
Convencional	2,70 ^a	3,04 ^a	3,00 ^a	2,91	5,20 ^a	4,40 ^a	2,73 ^a	4,11
Direto	2,80 ^{ab}	3,11 ^a	2,60 ^a	2,84	5,60 ^a	4,10 ^a	3,30 ^a	4,33
Rotavator	2,65 ^a	2,80 ^a	2,70 ^a	2,72	5,00 ^a	4,30 ^a	2,60 ^a	3,96
Floresta virgem	3,30 ^{bc}	3,10 ^a	2,80 ^a	3,10	5,33 ^a	3,60 ^a	2,70 ^a	3,87

Valores com a mesma letra em cada profundidade não diferem estatisticamente pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

1. As modificações das características físicas do Latossolo Amarelo muito argiloso, particularmente na parte mais superficial, com diferentes métodos de preparo convencional, enxada rotativa e plantio direto, por um período consecutivo de três anos, não têm sido, até agora, de magnitudes que ponham em perigo a sua capacidade produtiva. Isto, provavelmente, deve-se às ótimas características físicas deste solo. Com exceção da baixa proporção de macroporos, condicionada pelo plantio direto, todas as demais propriedades, mesmo parcialmente afetadas, continuam sendo boas para o crescimento das plantas. Entretanto, é provável que, com o passar dos anos, essas alterações cheguem a ser prejudiciais.

2. O problema da redução da percentagem de macroporos na camada superficial de 0 cm - 10 cm, provocada pelo plantio direto, por influência das pressões (peso do trator e implementos), poderá ser solucionado com a mobilização dessa camada através de um escarificador ou grade de discos.

3. A estabilidade dos agregados dos solos submetidos aos preparos convencional e enxada rotativa, quando comparada com a do solo de floresta virgem, foi reduzida na camada superficial a níveis significantes, por causa da grande mobilização do solo através do arado, grade e enxada rotativa.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece ao colega Adroaldo Guimarães Rossetti, do Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê, pela colaboração na análise estatística dos resultados deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- BAVER, L.D.; GARDNER, W.H. & GARDNER, W.R. *Soil physics*. 4.ed. New York, J. Wiley, 1972. 498p.
- BENATTI JÚNIOR, R.; BERTONI, J. & MOREIRA, C.A. Perdas por erosão em plantio direto e convencional de milho em dois solos de São Paulo. *R. bras. Ci. Solo*, 1(2/3):121-3, maio/dez. 1977.
- BLAKE, G.R. Bulk density. In: BLACK, C.A., ed. *Methods of soil analysis*. Madison, Am. Soc. Agron., 1965. pt. 1, p.374-7.
- BOLETIM AGROMETEOROLÓGICO. Manaus, EMBRAPA-UEPAE de Manaus, 1983. p.2.
- BOWERS, W. & BATEMAN, H.P. Research studies of minimum tillage. *Trans. ASAE*, 3(2):1-3, 1960.
- DIAS, A.C.P. Effects of selected land clearing methods on the physical properties of an oxisol in the Brazilian Amazon. s.l., Univ. of Reading. Dep. Soil Sci., 1983. 187p. Tese Doutorado.
- GAVANDE, S.A. Física de suelos; principios e aplicaciones. México, Limusa, 1973. 351p.
- HARROLD, L.L. Soil erosion by water as affected by reduced tillage systems. In: NATIONAL NO-TILLAGE SYSTEMS SYMPOSIUM, Columbus, EUA, 1972. Proceedings . . . Columbus, Ohio Agric. Dev. Cent., 1972. p.21-9.
- KEMPER, W.D. & CHEPIL, W.S. Size distribution of aggregates. In: BLACK, C.A., ed. *Methods of soil analysis*. Madison, Am. Soc. Agron., 1965, pt. 1, p.499-509.
- KOHNKE, H. *Soil physics*. 2.ed. New York, McGraw-Hill, 1968. 224p.
- MACHADO, J.A. Efeito do sistema convencional de cultivo na capacidade de infiltração de água no solo. Santa Maria, UFSM, 1976. 135p. Tese Mestrado.
- OLIVEIRA, L.B. de. Determinação da macro e microporosidade pela "mesa de tensão" em amostras de solo com estrutura indeformada. *Pesq. agropec. bras. Sér. Agron.*, Rio de Janeiro, 3:197-200, 1968.
- OLIVEIRA, L.B. de. Estudo do sistema solo-água-planta em solos do Nordeste. *B. téc. Inst. Agron. Nord.*, (14):30-2, 1960.
- RODRIGUES, R.E.; REIS, R.S.; MORIKAWA, I.K.; FALESI, I.C. & SILVA, B.N.R. da. Levantamento detalhado dos solos do IPEAAOC. Manaus, IPEAAOC, 1972. 63p. (IPEAAOC. Boletim Técnico, 3).
- VEIHMEYER, F.J. & HENDRICKSON, A.H. Soil density and root penetration. *Soil Sci.*, 65(6):487-93, 1948.
- WISCHMEIER, W.H. & MANNERING, J.V. Effects of organic matter content of the soil on infiltration. *J. Soil Water Conserv.*, 20:150-1, 1965.