

EFEITO DOS SISTEMAS DE MANEJO SOBRE AS PROPRIEDADES FÍSICAS DE UM LATOSSOLO AMARELO DO AMAZONAS¹

JOSÉ AMÉRICO LEITE² e BENJAMIN FERNANDEZ MEDINA³

RESUMO - Foi conduzido, em 1980, no campo experimental do Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê - CNPSD -, da EMBRAPA, estudo visando avaliar a influência de diferentes manejos do solo nas propriedades físicas de um Latossolo Amarelo de textura argilosa (Typic Acrorthox) plantado com seringueira (*Hevea* spp). O delineamento experimental consistiu de blocos ao acaso, com seis tratamentos e três repetições. Tratamentos: 1. mecanizado sem cobertura vegetal (c.v.) I; 2. mecanizado sem c.v. II; 3. mecanizado com c.v.; 4. não mecanizado, com c.v. I; 5. não mecanizado com c.v. II; 6. mata virgem (testemunha). A c.v. dos tratamentos 3, 4, 5 consistiu da leguminosa cudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*). Em virtude da grande proporção de frações menores que 0,002 mm e do alto grau de granulação, esse solo apresentou grande estabilidade de agregados e, portanto, baixo risco de erodibilidade. A cobertura vegetal foi da maior importância, uma vez que foi a que produziu a melhor condição física do solo. Além disso, quando associada à prática de não-cultivo, ela foi quase tão boa quanto a mata virgem, na melhoria e preservação da estrutura do solo.

Termos para indexação: *Pueraria phaseoloides*, seringueira.

EFFECTS OF DIFFERENT MANAGEMENT SYSTEMS OF THE PHYSICAL PROPERTIES OF A CLAY YELLOW LATOSOL OF THE STATE OF AMAZONAS

ABSTRACT - A study to evaluate the influence of different management systems on the physical properties of a clay Yellow Latosol (Typic Acrorthox) grown to rubber-tree (*Hevea* spp.) was conducted at the Experiment Station of the Rubber and Oil Palm Research National Center, located in Manaus, State of Amazonas, Brazil. The experimental design was a randomized one with six treatments and three replications. The following treatments, were studied. 1. Tillage without vegetative cover I; 2. Tillage without vegetative cover II; 3. No-tillage with vegetative cover I; 4. No-tillage without vegetative cover II; 5. No-tillage with vegetative cover, and; 6. Virgin Forest (check). The vegetative cover of treatments 3, 4 and 5 consisted of the legume kudzu tropical (*Pueraria Phaseoloides*). Due to the large proportion of mineral fractions smaller than 0.002 mm as well as to the high degree of flocculation, this soil presented a considerably high aggregate stability and, consequently, a low erodibility hazard. The vegetative cover was the most important variable since it was the one which produced the best soil tilth. Moreover, when associated to the no-tillage practice it was almost as good as the virgin forest in improving and preserving the physical condition of the soil.

Index terms: *Pueraria phaseoloides*, rubber tree.

INTRODUÇÃO

Numerosos pesquisadores têm demonstrado a influência dos sistemas de cultivo sobre as propriedades físicas dos solos (Black 1968, Gavande 1973, Yong & Warkentin 1975). Com exceção da textura, que é bastante estável, as demais propriedades estão sujeitas a modificações com o uso e o manejo do solo.

O Latossolo Amarelo, textura argilosa, constitui a unidade pedogenética mais representativa da re-

gião amazônica (Vieira 1975). Caracteriza-se, basicamente, por suas boas propriedades físicas, principalmente no que diz respeito à estrutura, e por sua baixa fertilidade natural.

A alta estabilidade dos agregados desta classe é freqüentemente atribuída à presença de óxidos de ferro e alumínio. Entretanto, estudos com microscópio eletrônico mostraram que capas de substância amorfas revestindo as partículas do solo poderiam ser outra provável causa de tão alta estabilidade dos Latossolos (Jones & Uehara 1973).

Informações sobre o manejo mais adequado ao qual devem ser submetidos os Latossolos textura argilosa plantados com seringueira são ainda limitados. Corrêa (1981) assinala que o limite inferior de plasticidade desta classe está compreendido entre 40 a 42% de umidade, o que quer dizer que, se mecanizado com tal nível ou mais, tenderá a se

¹ Aceito para publicação em 30 de agosto de 1984
Trabalho realizado com a participação de recursos do Convênio SUDHEVEA/EMBRAPA.

² Eng. - Agr., M.S., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesq. de Seringueira e Dendê, Caixa Postal 319, Manaus, AM.

³ Eng. - Agr., M.S., Especialista em Manejo e Conservação de Solos, Consultor Programa IICA/EMBRAPA no CNPSD.

compactar. Os produtores da região, em geral, não utilizam nenhum tipo de cobertura vegetal para evitar a deterioração do solo nos plantios de seringueira. Três são as razões mais importantes que determinam esse fato: a) desconhecimento da existência de culturas de cobertura para preservar e melhorar a condição física do solo; b) temor a incêndios devido à grande massa de matéria seca que se acumula na superfície do solo em período de estiagem, e c) provável competição por água e nutrientes da cultura de cobertura com a seringueira. Quanto ao preparo do solo para o plantio, este consiste, comumente, em derruba manual e queima, encoivramento e abertura manual das linhas de plantio. Os agricultores de maiores recursos econômicos, depois da queima, efetuam enleiramento mecanizado e queima total.

Este trabalho objetiva avaliar os efeitos de diferentes sistemas de manejo nas propriedades físicas dum Latossolo Amarelo do Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê (CNPSP) cultivado com seringueira.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Campo Experimental do CNPSP, em 1980, em Manaus, AM, utilizando-se ensaios estabelecidos em 1976-1977: a) consorciação seringueira x guaranazeiro; b) consorciação seringueira x pimenta-do-reino; c) consorciação seringueira x cafeeiro, e; d) densidade e disposição de plantio. O solo pertence ao grande grupo denominado Latossolo Amarelo textura argilosa, classificado na sétima aproximação como "Typic Acrorthox".

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com seis tratamentos e três repetições. As parcelas experimentais foram de 30 m x 20 m. Os tratamentos foram:

1. Mecanizado sem cobertura I: Consorciação seringueira x cafeeiro - derruba manual e queima; destoca e enleiramento mecanizado, feitos um ano após a derruba inicial.
2. Mecanizado sem cobertura II: Jardim clonal - derruba manual e queima; destocamento mecanizado. Espaçamento do plantio 1,5 x 1 m.
3. Mecanizado com cobertura: Consorciação seringueira x pimenta-do-reino com cobertura de leguminosa (*Pueraria phaseoloides*) - derrubada manual e queima; destoca e enleiramento mecanizados e queima total, feitos um ano após a derrubada inicial.
4. Não mecanizado com cobertura I: Consorciação seringueira x guaranazeiro com cobertura de legu-

minosa (*Pueraria phaseoloides*) - derrubada manual com queima, encoivramento e abertura manual das linhas de plantio de seringueira.

5. Não mecanizado com cobertura II: Competição de espaçamento com cobertura de leguminosa (*Pueraria phaseoloides*) - derrubada manual e queima; abertura de linhas de plantio feitas manualmente, seguida do plantio da leguminosa.
6. Mata (testemunha): Mata virgem, floresta tropical úmida e luxuriante.

Nos tratamentos mecanizados o desmatamento foi realizado com trator Caterpillar D-8. Em todos os tratamentos, com exceção do 2, a derrubada foi feita em 1976 e o plantio em 1977. No tratamento 2, a derrubada foi efetuada em 1975 e o plantio em 1976. A *Pueraria* foi plantada no espaçamento de 3 x 1, afastada 2 m da linha da seringueira.

As adubações foram feitas seguindo as recomendações do sistema de produção, isto é, aplicando-se 116, 263, 265 e 304 kg/ha da mistura NPKMg (12-17-10-3) no primeiro, segundo, terceiro e quarto ano, respectivamente, parceladas em 5, 4, 4 e 2 aplicações.

Com a finalidade de avaliar o efeito dos diferentes manejos sobre as propriedades físicas do solo, foram realizadas análises de: a) distribuição das partículas por tamanho, conforme procedimento descrito por Bouyoucos (1951); b) argila natural, usando-se a mesma técnica empregada na análise granulométrica, mas sem utilização da OHNa 1N; c) densidade do solo, pelo método do torrão parafinado (Blake-1965); d) densidade da partícula (Forsythe 1971); e) porosidade total, pelo método das densidades; f) estabilidade dos agregados, de acordo com a metodologia de Yoder, descrita por Bavel (1950); e g) infiltração, pelo método de cilindro infiltrômetro (Bertrand 1965).

As amostras para as determinações de densidades do solo e da partícula, e estabilidade dos agregados foram coletadas nos primeiros 15 cm do horizonte A, acondicionadas em sacos de plástico e recipientes metálicos (cápsulas) e transportadas ao laboratório. Todas as análises foram feitas em triplicado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra que neste solo há uma acentuada predominância da fração argila (80%), o que está de acordo com o levantamento de solos do Distrito Agropecuário da SUFRAMA (Rodrigues et al. 1971). Permite apreciar também o alto grau de floculação deste solo, propriedade que já foi observada por esses autores em outra área onde ocorre o Latossolo textura argilosa. O alto teor de argila evidencia sua origem a partir do argilito, bem como um avançado estágio de intemperiza-

TABELA 1. Distribuição percentual dos tamanhos das partículas, argila natural e grau de floculação do Latossolo Amarelo, textura argilosa.

Horiz.	Prof. cm	Classes de partículas* (%)							Argila natural (%)	Grau de floculação (%)
		AMG	AG	AM	AF	AMF	Silte	Argila		
A ₁	0 - 7	0,3	4,0	10,1	6,3	0,7	11,9	60,7	6,2	89,7
A ₃	7 - 23	0,2	2,1	5,6	3,2	0,5	11,4	77,0	8,1	89,4
B ₁	23 - 51	0,4	1,9	4,0	2,4	0,3	10,9	80,1	0,7	99,1
B ₂₁	51 - 103	0,1	1,5	2,3	0,7	0,3	7,6	87,5	0,6	99,3
B ₂₂	103 - 118	0,3	1,4	2,3	1,4	0,4	9,2	85,0	0,2	99,7
B ₂₃	118 - 191	0,2	1,3	1,9	1,6	0,9	10,8	83,3	0,1	99,8

* Classes de partículas:

AMG	Areia muito grossa	(2,0 - 1,0 mm)
AG	Areia grossa	(1,0 - 0,5 mm)
AM	Areia média	(0,5 - 0,25 mm)
AF	Areia fina	(0,25 - 0,10 mm)
AMF	Areia muito fina	(0,10 - 0,05 mm)
Silte		(0,05 - 0,002 mm)
Argila		(0,002 mm)

ção. É provável que os óxidos hidratados de ferro e alumínio, comumente abundantes nestes solos, façam com que esta unidade apresente tão alto grau de floculação (Tabela 1).

Os valores totais e por classes de tamanho dos agregados estáveis em água, correspondentes aos diferentes tratamentos, são mostrados na Tabela 2. A alta estabilidade das unidades estruturais deste solo, assim como sua distribuição na qual destaca a alta proporção de agregados de tamanho grande (> 1,0 mm), está associada à elevada percentagem de partículas menores de 2,00 mm e, muito especialmente, aos óxidos hidratados de ferro, cuja contribuição para a formação de partículas secundárias estáveis tem sido reconhecida por vários pesquisadores (Emerson 1956, McIntyre 1956, Arca & Weed 1966, Baver et al. 1972). Verifica-se, por outro lado, que os maiores valores percentuais de agregados estáveis corresponderam aos tratamentos com cobertura vegetal, incluída a mata, que, juntamente com o tratamento não mecanizado com cobertura II, apresentou a mais alta estabilidade e a maior proporção de agregados de tamanho grande. Os menores valores de estabilidade, embora altos para o padrão universal, corresponderam aos tratamentos mecanizados sem cobertura, o que é consequência do maior tráfego de

maquinária agrícola e da ausência de vegetação protetora contra a ação desintegrante da gota de chuva.

Os valores médios de densidade do solo são apresentados na Tabela 3. A análise de variância desses dados (Tabela 4) evidenciou a existência de diferenças altamente significativas entre tratamentos. O teste de Tukey (Tabela 5), por outro lado, mostrou que as médias dos tratamentos 1 e 2 são significativamente maiores do que as dos 3, 4, 5 e 6, embora nem os dois primeiros nem os quatro últimos tenham-se apresentado estatisticamente diferentes entre si.

Os resultados expostos enfatizam a influência da mecanização e principalmente da cobertura vegetal, na densidade do solo. Com efeito, verifica-se que a densidade aumentou quando o solo foi mecanizado e mantido sem cobertura vegetal (tratamentos 1 e 2). Provavelmente, os altos valores de densidade desses tratamentos (1,46 e 1,43 g cm⁻³, respectivamente) estão associados a problemas de compactação. As menores densidades dos tratamentos 3, 4, 5 e 6, em relação aos dois primeiros, devem-se à cobertura de leguminosas (tratamentos 4, 5 e 6). O baixo valor de densidade do tratamento 3 (mecanizado com cobertura), quando comparado aos dos primeiros, que também são mecaniza-

TABELA 2. Distribuição por tamanho e percentagem de agregados estáveis nos diferentes tratamentos num Latossolo Amarelo, textura argilosa. Manaus, AM, CNPSD, 1981.

Classe de tamanho	Agregados (%)					
	MEC. S/COB. I (1)	MEC. S/COB. II (2)	MEC. C/COB. (3)	N/MEC. C/COB. I (4)	N/MEC. C/COB. II (5)	Mata (6)
4,7 - 2,0 mm	35,51	37,03	56,62	56,81	62,29	68,88
2,0 - 1,0 mm	37,34	39,52	30,63	29,00	19,87	20,04
1,0 - 0,5 mm	7,00	6,53	4,20	2,81	2,91	3,53
Total	79,85	83,08	91,45	88,62	92,08	92,45

TABELA 3. Valores médios* de matéria orgânica, densidade do solo, densidade de partícula, porosidade total e infiltração do Latossolo Amarelo, textura argilosa, após três anos de manejo sob diferentes tratamentos. Manaus, AM, CNPSD, 1981.

Tratamentos	Matéria orgânica (%)	Densidade do solo (g/cm ³)	Densidade da partícula (g/cm ³)	Porosidade total (%)	Infiltração inicial (cm/hora)
1. Mec. S/cob. I	2,6	1,46	2,52	42	68
2. Mec. S/cob. II	2,9	1,43	2,52	43	80
3. Mec. C/cob.	3,9	1,18	2,50	53	132
4. N/Mec. C/cob. I	4,2	1,11	2,49	55	140
5. N/Mec. C/cob. II	4,3	1,12	2,48	55	145
6. Mata	4,2	1,07	2,46	57	195

* Todos os valores, com exceção da infiltração, correspondem à camada superficial do solo (0 cm - 20 cm).

TABELA 4. Análise da variância dos dados de densidade do solo.

C. variação	G.L.	Q.M.
Blocos	2	0,0022
Tratamentos	5	0,1620**
Resíduos	10	0,0096

** Significativo ao nível de P = 0,01

dos, deveu-se à cobertura de leguminosas, que anulou o efeito negativo do tráfego de maquinária agrícola sobre a estrutura do solo, fazendo com que este se tornasse solto e poroso, diminuindo, desta maneira, sua massa por unidade de volume.

Quanto à densidade da partícula (Tabela 3), esta não mostrou grandes variações entre tratamen-

tos, sendo que todos aqueles com cobertura, inclusive a mata, exibiram os menores valores. Isto, em consequência dos mais altos teores de matéria orgânica desses tratamentos, cujo baixo peso específico contribuiu para diminuir a densidade real do solo, particularmente na superfície onde ela é mais abundante.

A porosidade total (Tabela 3) distribuiu-se entre os tratamentos de maneira inversa à densidade do solo, ou seja, à proporção que diminuiu esta, aumentou a percentagem de espaço poroso, e vice-versa.

Os valores de infiltração inicial (Tabela 3) estão associados (inversamente) aos de densidade. Os tratamentos mecanizados sem cobertura (1 e 2) apresentaram as menores taxas iniciais de penetração de água, como resultados das maiores densidades e mais altas proporções de microporos desses solos, que reduziram substancialmente o movimento des-

TABELA 5. Comparação das médias de densidade do solo nos tratamentos, mediante o teste de Tukey.

	Tratamentos					
	Mec. S/Cob. I (1)	Mec. S/Cob. II (2)	Mec. C/Cob. (3)	N. Mec. C/Cob. I (4)	N/Mec. C/Cob. II (5)	Mata (6)
Densidade média	1,46	1,43	1,18	1,12	1,11	1,07
1,46	-	0,03	0,028**	0,34**	0,35**	0,39**
1,43	-	-	0,25**	0,31**	0,32**	0,36**
1,18	-	-	-	0,06	0,07	0,11
1,12	-	-	-	-	0,01	0,05
1,11	-	-	-	-	-	0,04
1,07	-	-	-	-	-	-

** = Significativo a nível de P = 0,01

DMS = 0,26

cedente da água através do perfil, sob condições de saturação ou quase-saturação (Zwartzendruber & Hillel 1973). Os tratamentos mecanizados com cobertura (4 e 5) apresentaram valores intermediários, porém, altos para o padrão universal de infiltração, em decorrência de sua estrutura estável e aumento da macroporosidade. Na mata virgem, que mostrou a maior taxa de penetração de água, a condição física do solo está num nível ótimo, como ficou demonstrado pela sua alta estabilidade dos agregados (Tabela 2) e baixa densidade global (Tabela 3).

A análise de variância para os valores de infiltração (Tabela 6) revelou a existência de diferenças

significativas (1%) entre tratamentos, confirmando, desta maneira, a influência dos sistemas de manejo na absorção de água pelo solo. O teste de Tukey (Tabela 7) para contraste das médias de in-

TABELA 6. Análise de variância dos dados de infiltração.

Varição	G.L.	Q.M.
Blocos	2	257,06
Tratamentos	5	6.458,49**
Resíduos	10	584,65

** Significativo ao nível de P = 0,01.

TABELA 7. Comparação das médias de infiltração inicial (cm/hora) mediante teste de Tukey.

Mec. S/Cob. I (1)	Mec. S/Cob. II (2)	Mec. C/Cob. (3)	N/Mec. C/Cob. I (4)	N/Mec. C/Cob. II (5)	Mata (6)
68	81	132	142	145	195
127**	114**	63	53	59	195
77*	64	13	03	-	145
74*	61	10	-	-	142
64	51	-	-	-	132
13	-	-	-	-	81
-	-	-	-	-	68

** Ao nível de 0,01

* Ao nível de 0,05

DMS = 85,16 (0,01) e 66,31 (0,05)

filtração inicial, por outro lado, detectou valores significativamente superiores aos da mata virgem para os tratamentos mecanizados 1 e 2 e dos não mecanizados 4 e 5 para os dois primeiros. Qualquer outro contraste das médias não apresentou significância aos níveis empregados no teste.

Os resultados deste estudo enfatizam as excelentes propriedades físicas e físico-hídricas do solo superficial da mata virgem e daqueles com cobertura vegetal, particularmente os não mecanizados. Isto, pelo efeito granulante do sistema radicular da vegetação de cobertura, pela influência protetora da mesma e pela ação estabilizadora de substâncias orgânicas secretadas pelas raízes e sintetizadas pelos microorganismos do solo no processo de decomposição da matéria orgânica.

CONCLUSÕES

1. Há, neste solo, uma predominância da fração argila que evidencia sua origem a partir do argilito, assim como uma avançado estágio de intemperização. Em virtude disto e da presença de óxidos hidratados de ferro e alumínio, o grau de floculação e a estabilidade dos agregados em água são também altos.

2. Quanto aos efeitos dos sistemas de preparo e manejo do solo, destacou-se a influência benéfica dos sistemas não mecanizados e com cobertura de leguminosas e mata virgem em relação àqueles mecanizados sem cobertura vegetal protetora. Com efeito, propriedades tais como densidade do solo, porosidade total, estabilidade dos agregados e infiltração inicial apresentaram, nos primeiros, valores próprios de solos que possuem uma boa condição física em consequência do uso e manejo adequados. No tratamento mecanizado com cobertura de leguminosa, que exibiu propriedades físicas bem mais próximas aos não mecanizados com cobertura, verificou-se, mais uma vez, a influência benéfica da cobertura vegetal, que, através da ação granulante de seu sistema radicular e de produtos de síntese microbiana, além do efeito protetor contra a ação dispersante das gotas de chuva, foi capaz de sobrepujar a influência negativa da mecanização sobre a condição física do solo.

REFERÊNCIAS

- ARCA, M.N. & WEED, S.B. Soil aggregation and porosity in relation to contents of free iron oxide and clay. *Soil Sci.*, 101:164-70, 1966.
- BAVEL, C.H.M. van. Mean weight-diameter of soil aggregates as a statistical index of aggregation. *Soil Sci. Am. Proc.*, 14(1):20-3, 1950.
- BAVER, L.D.; GARDNER, W.H. & GARDNER, W.R. *Soil physics*. 4. ed. New York, J. Wiley, 1972. 498p.
- BERTRAND, A.R. Rate of water intake in the field. In: BLACK, C.A. ed. *Methods of Soil Analysis*. I. Physical and mineralogical properties including statistics of measurement and sampling. Madison, American Society of Agronomy, 1965. part. 1, p.197-209. (Agronomy, 9).
- BLACK, C.A. *Soil-plant relationships*. 2. ed. New York, J. Wiley, 1968. 792p.
- BLAKE, G.R. Bulk density. In: BLACK, C.A. ed. *Methods of soil analysis*. I. Physical and mineralogical properties including statistics of measurement and sampling. Madison, American Society of Agronomy, 1965. Part. 1, p.374-90. (Agronomy, 9).
- BOUYOUCOS, G.L. A recalibration of the hydrometer method for making analysis of soil. *Agron. J.*, 43(9):434-7, 1951.
- CORRÊA, J.C. Limites de consistência dos solos Latosolo Amarelo e Podzólico Vermelho-Amarelo na UEPAE de Manaus e sua importância agrícola. Manaus, EMBRAPA-UEPAE de Manaus, 1981. 2p. (EMBRAPA-UEPAE de Manaus. Pesquisa em Andamento, 15).
- EMERSON, W.W. Synthetic soil conditioners. *J. Agric. Sci.*, 47:117-21, 1956.
- FORSYTHE, W.M. Densidad de las partículas del suelo; método com agua: curso física de suelos. Turrialba, IICA, 1971. 14p.
- GAVANDE, S.A. Física de suelos; principios y aplicaciones. México, D.F., Limusa J. Wiley, 1973. 351p.
- JONES, R. & UEHARA, G. Amorphous coatings on mineral surfaces. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 37:792-8, 1973.
- MCINTYRE, D.S. The effect of free ferric oxides on the structure of some terra rosa and rendzina soils. *J. Soil Sci.*, (7):302-6, 1956.
- RODRIGUES, T.E.; MORIKAWA, I.K.; REIS, R.S. & FALESÍ, I.C. Solos do Distrito Agropecuário da SUFRAMA. Manaus, IPEAOc, 1971. 99p. (IPEAOc. Série Solos, v.1, n.1).
- VIEIRA, L.S. *Manual da Ciência do solo*. São Paulo, Agronômica Ceres, 1975. 464p.
- YONG, R.A. & WARKENTIN, B.P. *Soil properties and behaviour*. Amsterdam, Elsevier Scientific Publishing, 1975. 448p. (Developments in Geotechnical Engineering, 5).
- ZWARTZENDRUBER, D. & HILLEL, D. The physics of infiltration. In: *PHYSICAL aspects of soil water and salts in ecosystems*. Berlin, Springer-Verlag, 1973. Cap. II, p.207-90. (Ecological Studies, 4).