

Monitoramento da Qualidade Física de um Argissolo sob Plantio Direto de Milho e de Mamona





Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Clima Temperado
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ISSN 1981-5980

Setembro 2007

versão

ON LINE

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 46

Monitoramento da Qualidade Física de um Argissolo sob Plantio Direto de Milho e de Mamona

Clenio Nailto Pillon
Cláudia Liane Rodrigues de Lima
Ana Cláudia Rodrigues de Lima
Sergio Delmar dos Anjos e Silva

Pelotas, RS
2007

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado
Endereço: BR 392 Km 78
Caixa Postal 403, CEP 96001-970 - Pelotas, RS
Fone: (53) 3275-8199
Fax: (53) 3275-8219 - 3275-8221
Home page: www.cpact.embrapa.br
E-mail: sac@cpact.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Walkyria Bueno Scivittaro
Secretária-Executiva: Joseane M. Lopes Garcia
Membros: Cláudio Alberto Souza da Silva, Lígia Margareth Cantarelli Pegoraro, Isabel Helena Verneti Azambuja, Cláudio José da Silva Freire, Luís Antônio Suita de Castro
Suplentes: Daniela Lopes Leite e Luís Eduardo Corrêa Antunes

Revisor de texto: Sadi Macedo Sapper
Normalização bibliográfica: Regina das Graças Vasconcelos dos Santos
Editoração eletrônica e capa: Sérgio Ilmar Vergara dos Santos
Fotos da capa: Cláudia Liane Rodrigues de Lima - FAPEG/Embrapa Clima Temperado
Composição e impressão: Embrapa Clima Temperado

1a edição
1a impressão (2007): 50 exemplares

Todos os direitos reservados
A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Monitoramento da Qualidade Física de um Argissolo sob Plantio Direto se Milho e de Mamona / Clênio Nailto Pillon. [et al.] -- Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007.
23p. -- (Embrapa Clima Temperado Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 46).

ISSN 1678-2518

Física do solo - Densidade do solo - Porosidade do solo – Agregação do solo. I. Pillon, Clênio Nailto. II. Série

CDD 631.43

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	9
Material e Métodos	11
Resultados e Discussão	13
Conclusões	20
Referências Bibliográficas	20

Monitoramento da Qualidade Física de um Argissolo sob Plantio Direto de Milho e de Mamona

Clenio Nailto Pillon¹
Cláudia Liane Rodrigues de Lima²
Ana Cláudia Rodrigues de Lima³
Sergio Delmar dos Anjos e Silva⁴

Resumo

A produção de milho e de mamona representa um potencial econômico relevante para o Brasil. No entanto, sistemas de uso do solo adotados na implantação e no decorrer do cultivo destas culturas podem degradar a qualidade física, diminuindo a produtividade agrícola. O objetivo deste estudo foi avaliar a influência dos sistemas de cultivo de milho e de mamona sobre alguns indicadores da qualidade física de um Argissolo Vermelho Amarelo. Concluiu-se que a área com produção de mamona apresentou maior degradação da qualidade do solo, pela indicação de maior densidade e menores valores de macroporosidade e de porosidade total, em comparação com as demais áreas. O diâmetro médio ponderado de agregados, os

¹Eng. Agrôn., pesquisador da Embrapa Clima Temperado, BR 392, km 78, Cx. Postal 403, 96001-970 - Pelotas, RS. (pillon@cpact.embrapa.br)

² Eng. Agríc., pesquisadora FAPEG/Embrapa Clima Temperado, BR 392, km 78, Cx. Postal 403, 96001-970 - Pelotas, RS. (clrlima@yahoo.com.br)

³Eng. Agríc., doutoranda Universidade de Wageningen, Departamento de qualidade do solo, Grupo de tecnologia agrícola, P.O. Box 17, 6700 AA. Wageningen, The Netherlands fone 00 xx 31317482524. (ana.lima@wur.nl)

⁴ Eng. Agrôn., pesquisador da Embrapa Clima Temperado, BR 392, km 78, Cx. Postal 403, 96001-970 - Pelotas, RS. (sergio@cpact.embrapa.br)

macroagregados e os microagregados da área natural diferiram do solo sob milho e mamona em todas as camadas de solo, com exceção da camada de 0,10 a 0,20 m para o primeiro e de 0,00 a 0,05 m e 0,20 a 0,30 m para os dois últimos parâmetros físicos.

Termos para indexação: física do solo, densidade do solo, porosidade do solo, agregação do solo.

Soil Physical Quality Monitoring on an Alfisol under No-Tillage Mayze and Castor Bean System

Abstract

The corn and castor bean production represent a relevant economical potential in Brazil. Nevertheless, these land use systems may degrade the soil physical quality, reducing the agricultural productivity. The objective of this study is to evaluate the influence of corn and castor bean production systems on soil physical quality on an Alfisol. It is concluded that the area with castor bean production had the highest soil quality degradation presenting the highest bulk density and smallest macroporosity and total porosity. Significant differences related to mean weight diameter, macroaggregates and microaggregates were specially reported among the natural area and the other areas studied. However, these differences were not found for the mean weight diameter in 0.10 to 0.20m and for the macroaggregates and microaggregates in 0.00 to 0.05 m and 0.20 to 0.30 m.

Index terms: soil physics, bulk density, soil porosity, soil aggregation.

Introdução

A degradação do solo e suas implicações têm resultado em um desafio ao desenvolvimento de sistemas de produção que possibilitem a conservação do meio ambiente e a criação de novos paradigmas tecnológicos associados a sustentabilidade agrícola.

A adoção de sistemas de manejo alternativos e conservacionistas como o plantio direto pode recuperar áreas degradadas pela minimização do uso de máquinas e equipamentos agrícolas (FABRIZZI et al., 2005).

No Brasil, estão sendo ampliadas as áreas de plantio de milho e de mamona. O País é o terceiro maior produtor de milho e sua produção corresponde a 5,9% da produção mundial (ATLAS SÓCIO ECONÔMICO DO RIO GRANDE DO SUL, 2007). Segundo a CONAB (2007), a produção de milho na safra 2006/2007 ficará entre 41,9 e 42,9 milhões de toneladas, significando um ganho de até 3% ou 1,2 mil toneladas em relação a safras anteriores. A mamoneira, originária provavelmente da África ou da Índia, é cultivada em diversos países, sendo a Índia, a China e o Brasil os maiores produtores mundiais (FERREIRA et al., 2006; EMBRAPA ALGODÃO, 2007).

Sistemas de manejo diferenciados na implantação destas culturas tendem a influenciar as condições físicas do solo e, por sua vez, os seus desempenhos vegetativos. Neste sentido, estudos têm sido feitos para testar o efeito do sistema de plantio direto na qualidade do solo sobre a produção de milho (AON et al., 2001; FABRIZZI et al., 2005) e de mamona (RAMOS et al., 2006).

Qin et al. (2006) sugerem que condições de solo sob plantio direto tendem a favorecer o desenvolvimento de raízes de milho

com o decorrer do tempo. Além disso, Silva (1998) verificou também que a taxa de crescimento da parte aérea de plantas de milho em sistema plantio direto variou positivamente com a porosidade do solo. Estes mesmos autores concluíram que o efeito do preparo no crescimento radicular e na expansão da parte aérea das plantas de milho foi dependente da qualidade física do solo.

Ramos et al. (2006) avaliaram o desempenho vegetativo de mamona em diferentes sistemas de manejo, incluindo o plantio direto, com o objetivo de testar o desenvolvimento inicial da cultura em dois cultivares de mamona. Severino et al. (2004b) verificaram que o processo de emergência da plântula e da germinação da semente de mamona pode ser alterado, dentre outros fatores, pela estrutura do solo. Vale et al. (2004) verificaram que o aumento da densidade em um Latossolo compactado influenciou o crescimento, o diâmetro e o peso radicular e da parte aérea da mamoneira. Um dos problemas para o seu cultivo é a baixa tolerância ao encharcamento do solo, o qual, muitas vezes, é ocasionado pelo processo de compactação oriundo da intensa utilização de máquinas e ou equipamentos agrícolas, influenciando, portanto, o crescimento e o desenvolvimento da mamoneira (SEVERINO et al. 2004a; MORAES e SEVERINO, 2004). Else et al. (2001) também evidenciam a conseqüência negativa do encharcamento no desenvolvimento vegetativo da mamona.

O desenvolvimento aéreo e radicular do milho e da mamona em diferentes sistemas de preparo ainda tem sido pouco estudado. Adicionalmente, um monitoramento da qualidade estrutural constitui uma etapa importante na definição e no ajuste de práticas conservacionistas de manejo que garantam a recuperação de áreas degradadas, a manutenção e ou a melhoria da qualidade do solo.

Com o intuito de contribuir para a definição de formas adequadas de manejo e uso de solos para implantação de sistemas produção de milho e de mamona, o objetivo deste

estudo foi avaliar a influência do sistema plantio direto sobre alguns parâmetros físicos de um Argissolo Vermelho Amarelo sob produção dessas culturas.

Material e Métodos

O estudo foi realizado no Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado, CFACT, em Pelotas, RS. O clima da região é do tipo Cfa, de acordo com a classificação climática de Wilhelm Köppen (C: clima temperado quente, com temperatura média do mês mais frio entre 3 a 18°C; f: em nenhum mês a precipitação é inferior a 60 mm; a: temperatura do mês mais quente é superior a 22°C).

O solo utilizado foi um Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico abruptico A moderado textura média/argilosa fase relevo moderadamente ondulado (Santos et al., 2006) de textura franco arenosa (areia: 632,37 g kg⁻¹; silte: 209,38 g kg⁻¹ e argila: 158,25 g kg⁻¹) (até 0,30m). Duas áreas, uma com cultivo de milho (Figura 1a) e outra com mamona (Figura 1b) foram selecionadas, sendo uma outra adjacente adotada como referência (Figura 1c).

Em Junho de 2007, foram coletadas amostras com estrutura conservada (72 amostras) e não conservada (36 amostras) nas camadas de 0,00 a 0,05; 0,05 a 0,10; 0,10 a 0,20 e 0,20 a 0,30 m, em nove trincheiras (três repetições por área).

Amostras conservadas foram utilizadas para a avaliação da densidade (Ds), da macroporosidade (Ma), da microporosidade (Mi), da porosidade total (Pt) e da condutividade hidráulica de solo saturado (Kqs). Amostras com estrutura não conservada foram coletadas para avaliação da granulometria e da agregação do solo. A determinação da Ds foi efetuada segundo Blake e Hartge (1986). A quantificação da Ma, da Mi e da Pt foi realizada pelo método da mesa de tensão (Embrapa, 1997). A Kqs foi avaliada em triplicata de laboratório, em amostras

conservadas com o auxílio de um permeâmetro de carga constante, conforme Libardi (2005).

A distribuição de agregados estáveis em água em diferentes classes de tamanho (AEA) e o diâmetro médio ponderado dos agregados (DMP) foram efetuados conforme a metodologia descrita em Kemper e Rosenau (1986), que utiliza o aparelho de oscilação vertical de Yoder (1936). Para a separação de macro e de microagregados, adotou-se o critério de Tisdall e Oades (1982), que consideram como limite entre as classes o diâmetro de 0,25 mm.

Para avaliar os resultados obtidos, foi efetuada a (i) análise estatística descritiva (mediana, média, valores discrepantes, mínimos e máximos), a (ii) análise de variância e (iii) o teste t de comparação de médias que considera a diferença mínima significativa a 5% de probabilidade.

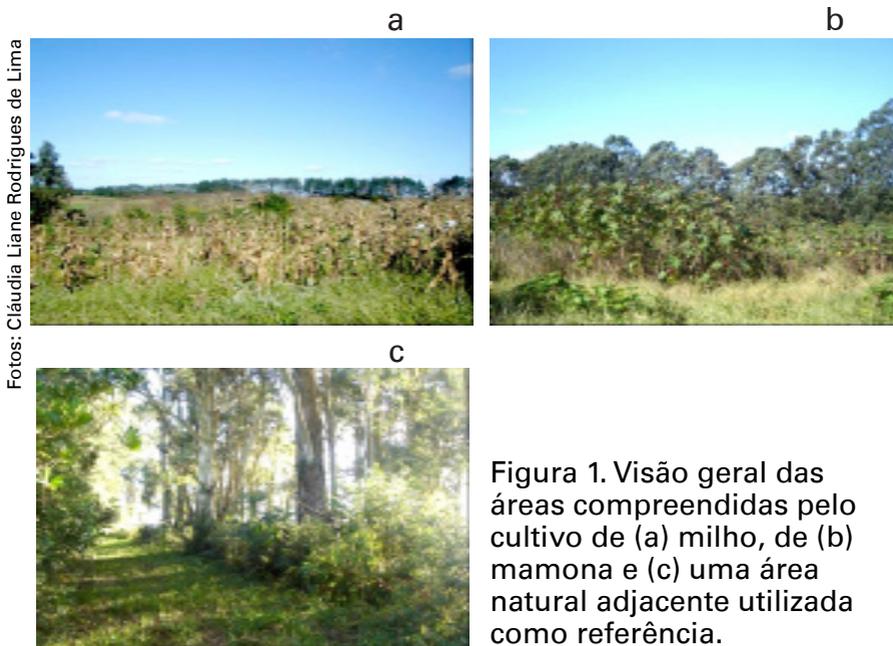


Figura 1. Visão geral das áreas compreendidas pelo cultivo de (a) milho, de (b) mamona e (c) uma área natural adjacente utilizada como referência.

Resultados e Discussão

Observou-se uma maior simetria para os valores de D_s sob mamona (Figura 2b), de M_a sob milho (Figura 2c), de M_i sob milho e mamona (Figura 2d) de P_t na AN (Figura 2e) e de DMP do solo sob milho (Figura 2f). Esta simetria é dependente da coincidência dos valores médios e mediana e, possivelmente, é consequência da variabilidade dos parâmetros físicos avaliados (Tabela 1). A possível ausência de simetria, o intervalo de variação e os dados discrepantes (outliers) da $K\theta_s$ (Figura 2a) corroboraram com a indicação de um elevado coeficiente de variação para este parâmetro (83 a 109%) (Tabela 1). A $K\theta_s$ foi similar nas diferentes áreas, tanto na primeira (0,00 a 0,05 m) como na terceira (0,10 a 0,20 m) camada de solo (Tabela 2). Altos valores de coeficiente de variação podem ser a causa da não obtenção de diferença significativa entre sistemas de uso do solo (SHIRANI et al., 2002). Houve interação significativa da $K\theta_s$ entre diferentes usos e camadas de solo avaliadas. Com exceção da área natural, as demais não apresentaram diferença de $K\theta_s$ entre as camadas (Tabela 2), indicando, de forma geral, que em profundidade o solo sob milho e mamona apresentou permeabilidade à água similar.

O menor valor médio de D_s foi observado no solo sob área natural seguido do cultivo de milho e de mamona (Tabela 2). Filipovic et al. (2006), ao avaliarem o efeito do sistema de plantio direto sobre a compactação de um solo franco siltoso sob milho na camada de 0,00 a 0,05 m, verificam valores de densidade superiores em aproximadamente 9% aos observados neste estudo. Estas diferenças observadas podem estar relacionadas com a textura e com o tipo de máquinas utilizadas no preparo do solo.

Valores elevados de densidade ou camadas compactadas podem também influenciar o desenvolvimento radicular da mamona. Savy Filho et al. (1989) salientam que o sistema radicular da mamona, mesmo que denso, é sensível à compactação em camadas subsuperficiais. Como

conseqüência, a planta explora apenas a camada superficial do solo, minimizando a sua capacidade de tolerância à seca e diminuindo sua produção.

Apesar do menor valor de densidade observado na AN, o maior valor de Ma não foi verificado nesta área, ou seja, os valores de Ma obedeceram à seqüência milho > AN > mamona (Tabela 2). Possivelmente, o intervalo (Figura 2c) e o coeficiente de variação (Tabela 1) possam ter influenciado os resultados de Ma obtidos.

Para os valores médios de Mi obtidos entre sistemas de uso do solo e a prática de cultivo de milho, observou-se uma interação significativa (Tabela 2). Em comparação a Ma e, pelo menor coeficiente de variação (Tabela 1), sugere-se que a Mi possa explicar mais adequadamente a degradação estrutural nestas áreas, pois o coeficiente de variação pode representar um parâmetro útil para a comparação do nível de dispersão em torno da média e para a escolha de indicadores mais adequados na avaliação da qualidade do solo.

O valor médio de Pt foi superior na AN e na de milho em comparação a de mamona (Tabela 2). A amplitude de variação da Pt (Figura 2e) foi significativamente afetada pelo uso do solo (Tabela 2). Anjos et al. (1994) ao avaliarem as propriedades físicas em solos sob diferentes sistemas de manejo, entre eles o sistema plantio direto, verificaram também a influência do uso do solo sobre a Pt (0,41 a 0,66 m³ m⁻³).

O diâmetro médio ponderado de agregados (DMP) foi influenciado em 61% pelo uso do solo ($F = 16,42$; $P < 0,0001$). Houve interação deste parâmetro relacionando o uso e as camadas de solo (Tabela 2).

Houve similaridade nos valores de DMP do solo sob cultivo de milho e de mamona na segunda (0,05 a 0,10 m) e na quarta (0,20 a 0,30 m) camada de solo. Um menor DMP de agregados do solo sob milho verificou-se na primeira (0,00 a 0,05 m) e na terceira (0,10 a 0,20 m) camada de solo.

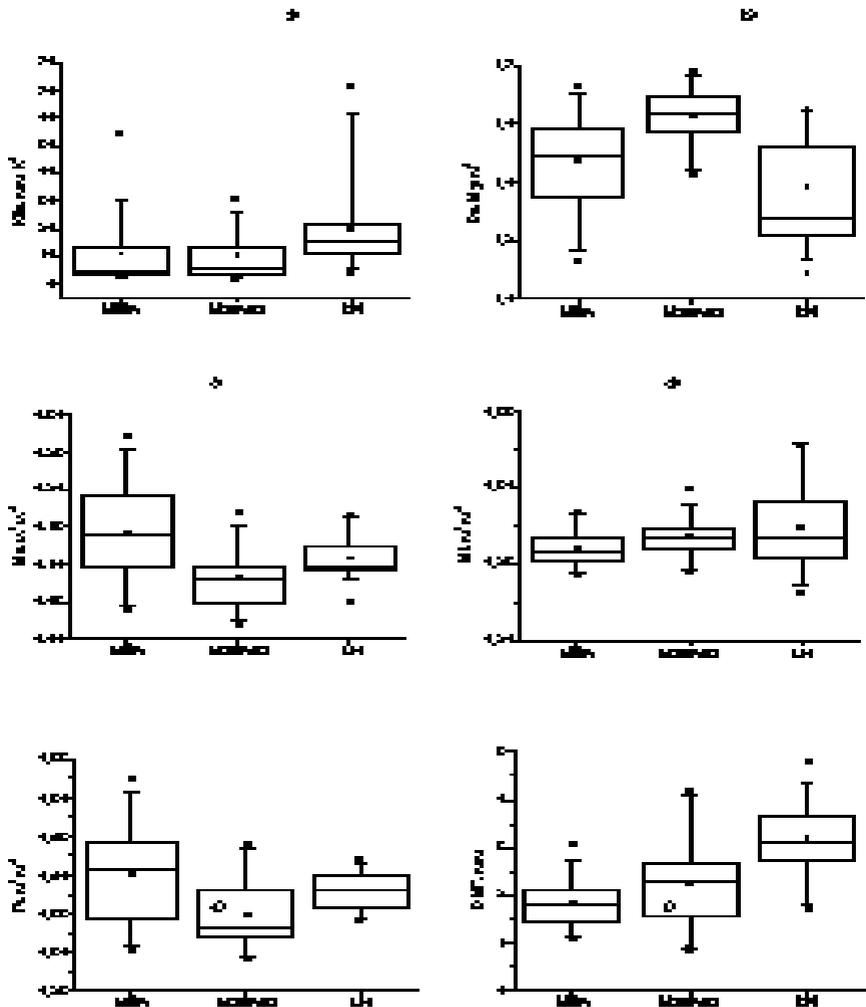


Figura 2. Box - plot da condutividade hidráulica ($K_{\theta s}$), da densidade (D_s), da macroporosidade (Ma), da microporosidade (Mi), da porosidade total (e) e do diâmetro médio ponderado (DMP) (f) de um Argissolo Vermelho Amarelo sob diferentes sistemas de uso (milho e mamona) na camada de 0,00 a 0,30 m. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2007.

AN = área natural utilizada como referência.

Tabela 1. Desvio padrão, valores mínimos e máximos e coeficiente de variação (CV) dos parâmetros analisados. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2007.

Variáveis	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	CV, %
Milho				
K_{ps} , mm h ⁻¹	11,62	2,37	54,35	106,56
D_s , Mg m ⁻²	0,16	1,13	1,73	11,02
M_a , m ² m ⁻²	0,08	0,04	0,27	45,16
M_i , m ² m ⁻²	0,01	0,24	0,28	4,42
P_t , m ² m ⁻²	0,06	0,30	0,52	15,16
DMP, mm	0,46	1,11	3,06	26,37
Mamona				
K_{ps} , mm h ⁻¹	6,56	1,75	30,56	64,99
D_s , Mg m ⁻²	0,09	1,43	1,76	6,06
M_a , m ² m ⁻²	0,04	0,02	0,17	47,46
M_i , m ² m ⁻²	0,01	0,25	0,30	5,03
P_t , m ² m ⁻²	0,04	0,29	0,44	11,56
DMP, mm	0,66	0,67	4,16	39,09
AN				
K_{ps} , mm h ⁻¹	16,29	3,36	71,06	62,62
D_s , Mg m ⁻²	0,19	1,09	1,65	13,56
M_a , m ² m ⁻²	0,03	0,05	0,16	25,57
M_i , m ² m ⁻²	0,03	0,23	0,33	9,99
P_t , m ² m ⁻²	0,02	0,34	0,42	6,45
DMP, mm	0,71	1,74	4,76	21,96

AN = área natural utilizada como referência.

Tabela 2. Condutividade hidráulica (K θ s), densidade (Ds), macroporosidade (Ma), microporosidade (Mi), porosidade total (Pt) e diâmetro médio ponderado de agregados (DMP) de um Argissolo Vermelho Amarelo sob sistemas de uso e camadas. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2007.

Camadas, m	Milho	Mamona	AN	Média
K θ s, mm h ⁻¹				
0,00 a 0,05	11,05 aA	10,32 aA	10,10 aB	10,49
0,05 a 0,10	7,81 abA	5,87 bA	13,70 aB	9,13
0,10 a 0,20	16,63 aA	9,79 aA	14,51 aB	13,64
0,20 a 0,30	8,07 bA	14,30 bA	40,55 aA	20,97
Média	10,89	10,07	19,72	
Ds, Mg m ⁻³				
0,00 a 0,05	1,34	1,53	1,39	1,42 A
0,05 a 0,10	1,46	1,67	1,48	1,54 A
0,10 a 0,20	1,57	1,67	1,35	1,53 A
0,20 a 0,30	1,52	1,65	1,30	1,49 A
Média	1,47 b	1,63 a	1,38 c	
Ma, m ³ m ⁻³				
0,00 a 0,05	0,18	0,13	0,09	0,13 A
0,05 a 0,10	0,15	0,07	0,09	0,10 A
0,10 a 0,20	0,11	0,07	0,11	0,09 A
0,20 a 0,30	0,12	0,06	0,13	0,11 A
Média	0,14 a	0,08 c	0,11 b	
Mi, m ³ m ⁻³				
0,00 a 0,05	0,25 bA	0,26 bB	0,29 aA	0,27
0,05 a 0,10	0,26 bA	0,28 abA	0,29 aAB	0,28
0,10 a 0,20	0,26 aA	0,27 aAB	0,26 aBC	0,26
0,20 a 0,30	0,26 abA	0,27 aAB	0,25 bC	0,26
Média	0,26	0,27	0,27	
Pt, m ³ m ⁻³				
0,00 a 0,05	0,43	0,38	0,39	0,40 A
0,05 a 0,10	0,41	0,35	0,37	0,38 A
0,10 a 0,20	0,37	0,33	0,37	0,36 A
0,20 a 0,30	0,39	0,33	0,38	0,37 A
Média	0,40 a	0,35 b	0,38 a	
DMP, mm				
0,00 a 0,05	1,83 cA	2,63 bA	3,58 aA	2,68
0,05 a 0,10	1,91 bA	2,29 bA	3,73 aA	2,64
0,10 a 0,20	1,85 bA	2,65 aA	3,07 aB	2,52
0,20 a 0,30	1,63 bA	1,48 bB	2,46 aC	1,86
Média	1,81	2,26	3,21	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste que considera a diferença mínima significativa a 5%.

AN = área natural utilizada como referência.

Menor quantidade de macroagregados (Figura 3a) e, por sua vez, maior quantidade de microagregados (Figura 3b) foram apresentados pelo cultivo de milho e de mamona nas camadas de 0,05 a 0,10 e 0,10 a 0,20 e 0,20 a 0,30 m. Nesta última camada, o solo sob cultivo de milho não diferiu da área natural.

Em profundidade, percebe-se uma tendência de diminuição da macroporosidade e, por sua vez, aumento na microagregação na segunda (0,05 a 0,10 m) e na quarta camada de solo (0,20 a 0,30 m) sob mamona. As demais áreas e, principalmente, o solo sob milho, visualmente apresentaram homogeneidade nos valores, principalmente a partir de 0,05 a 0,10 m (Figura 3).

Em uma avaliação comparativa dos resultados e nas condições deste estudo, observou-se que a área com produção de mamona apresenta uma maior degradação do solo, pois apresenta uma maior D_s e menores valores de M_a e de P_t em comparação as demais áreas. O DMP, os macroagregados e os microagregados da área natural diferiram do solo sob milho e mamona em todas as camadas de solo com exceção da camada de 0,10 a 0,20 m para o primeiro e de 0,00 a 0,05 m e 0,20 a 0,30 m para os dois últimos parâmetros físicos.

Estes resultados podem também estar associados a diferenças do sistema radicular e no aporte de resíduos vegetais e acúmulo de matéria orgânica do solo.

Pesquisas futuras ainda são necessárias para validar os resultados obtidos, de modo que se possa avaliar a qualidade de solo de uma forma mais dinâmica, com ênfase a experimentos de médio a longo prazos.

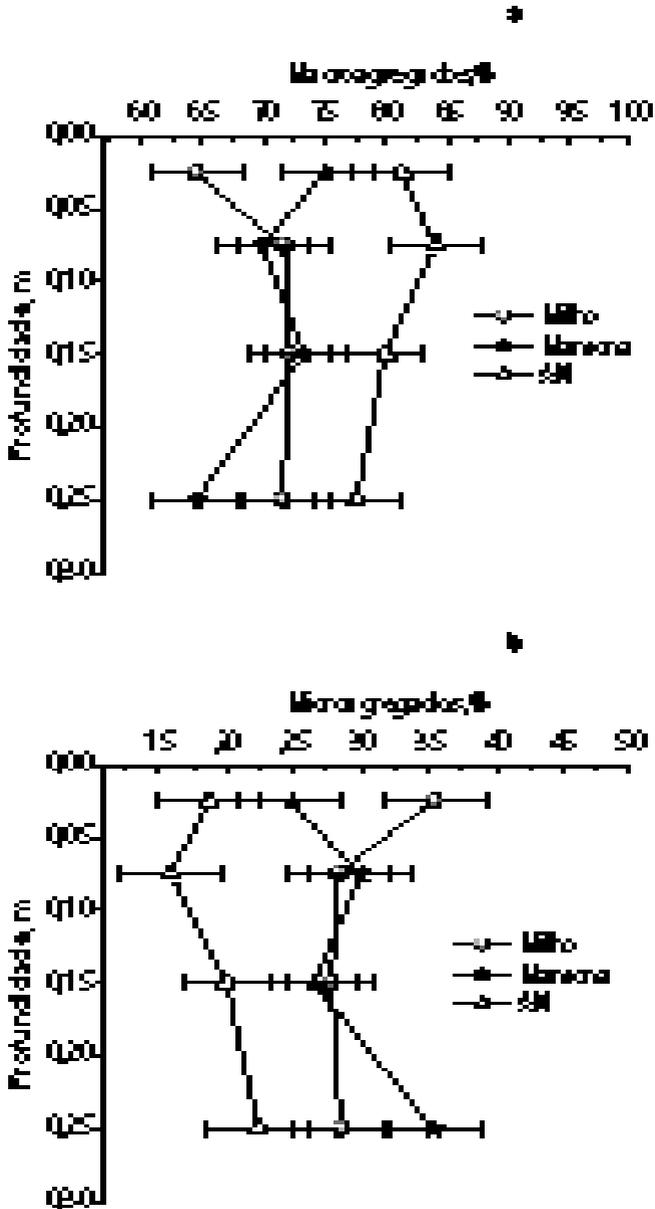


Figura 3. Macroagregados e microagregados de um Argissolo Vermelho Amarelo sob sistemas de uso e camadas de solo. AN = área natural utilizada como referência.

Conclusões

Nas condições deste estudo, conclui-se que a área com produção de mamona apresenta maior degradação da qualidade do solo, pois possui maior Ds e menores valores de Ma e de Pt em comparação as demais áreas. O DMP, os macroagregados e os microagregados da área natural diferiram do solo sob milho e mamona em todas as camadas de solo, com exceção da camada de 0,10 a 0,20 m para o primeiro e de 0,00 a 0,05 m e 0,20 a 0,30 m para os dois últimos parâmetros físicos.

Referências Bibliográficas

ANJOS, J.T.; UBERTI, A.A.A.; VIZZOTO, V.J.; LEITE, G.B.; KRIEGER, M. Propriedades físicas em solos sob sistemas de uso e manejo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v. 18, p. 139 -145, 1994.

AON, M.A.; SARENA, D.E.; BURGOS, J.L.; CORTASSA, S. (Micro) biological, chemical and physical properties of soils subjected to conventional or no-till management: as assessment of their quality status. Soil and Tillage Research, Amsterdam, v. 60, p. 173-186, 2001.

Atlas sócio econômico do Rio Grande do Sul. Atlas sócio econômico Rio Grande do Sul Economia, 2007. Disponível em: <http://www.scp.rs.gov.br/ATLAS/atlas.asp?menu=265>. Acesso em: 21 jun. 2007.

BLAKE, G.R.; HARTGE, K.H. Bulk density. In: KLUTE, A. (Ed.) Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods. 2. ed. Madison: American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, 1986. p. 363-375.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento, 2007. Conab estima crescimento na produção de soja, milho e algodão. Disponível em: <http://www.agenciabrasil.gov.br/noticias/2006/10/05/materia.2006-10-05.0860391428/view>. Acesso em: 21 jun. 2007.

ELSE, M.A.; COUPLAND, D.; DUTTON, L.; JACKSON, M.B. Decreased root hydraulic conductivity reduces leaf water potential, initiates stomatal closure and slows leaf expansion in flooded plants of castor oil (*Ricinus communis*) despite diminished delivery of ABA from the roots to shoots in xylem sap. *Physiologia Plantarum*, Blackwell Synergy, v. 111, p. 46-54, 2001.

Embrapa Algodão. Publicações on line. Disponível em: <http://www.cnpa.embrapa.br/publicacoes/index.html>. Acesso em: 16 maio 2007.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212 p.

FABRIZZI, K.P.; GARCIA, F.O.; COSTA, J.L.; PICONE, L.I. Soil water dynamics, physical properties and corn and wheat responses to minimum and no-tillage systems in the southern Pampas of Argentina. *Soil and Tillage Research*, Amsterdam, v. 81, p. 57-69, 2005.

FERREIRA, G.B.; BELTRÃO, N.E.de M. SEVERINO, L.S.; GONDIM, T.M. de S.; PEDROSA, M.B. A cultura da mamona no Cerrado: riscos e oportunidades. Campina Grande, 2006, 70 p. (Embrapa Algodão. Documentos, 149).

FILIPOVIC, D.; HUSNJAK, S.; KOSUTIC, S.; GOSPODARIC, Z. Effects of tillage systems on compaction and crop yield of Albic Luvisol in Croatia. *Journal of Terramechanics*, Oxford, v. 43, p. 177-189, 2006.

KEMPER, W.D.; ROSENAU, R.C. Aggregate stability and size distribution. In: KLUTE, A. *Methods of soil analysis*. 2. ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986. p. 425-443.

LIBARDI, P.L. *Dinâmica da água no solo*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005. v. 1, 344 p.

MORAES, C.R. de A.; SEVERINO, L.S. Influência do encharcamento do solo sobre o crescimento e desenvolvimento da mamoneira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA - ENERGIA E SUSTENTABILIDADE, 1., 2004, Campina Grande. Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.

QIN, R.; STAMP, P.; RICHNER, W. Impact of tillage on maize rooting in a Cambisol and Luvisol in Switzerland. *Soil and Tillage Research*, Amsterdam, v. 85, p. 50-61, 2006.

RAMOS, N.P.; AMORIN, E.P.; GALLI, J.A.; MARTINS, A.L.M.; BRANCALIÃO, S.R.; SAVY FILHO, A. BOLONHEZI, D. Desempenho vegetativo de mamona sob diferentes sistemas de manejo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA – ENERGIA E SUSTENTABILIDADE, 2., 2006, Aracaju. Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 1 CD-ROM.

SANTOS, H.G. dos; JACOMINI, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos; OLIVEIRA, V.A. de; OLIVEIRA, J.B. de; COELHO, M.R.; LUMBRERAS, J.F.; CUNHA, T.J.F. (Ed.). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SAVY FILHO, A.; CASTRO, O.M. de; BANZATTO, N.V. Efeito da compactação do solo sob o desenvolvimento da mamoneira (*Ricinus ommunis* L.). *Revista de Agricultura*, Piracicaba, v. 64, p. 229-239, 1989.

SEVERINO, L.S.; LIMA, C.L.D. de; BELTRÃO, N.E. de M.; CARDOSO, G.D.; FARIAS, V. de A. Mamoneira submetida a encharcamento do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA - ENERGIA E SUSTENTABILIDADE, 1., 2004, Campina Grande. Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004a. 1 CD-ROM.

SEVERINO, L.S.; GUIMARÃES, M.M.B.; COSTA, F.X.; LUCENA, A.M.A. de; BELTRÃO, N.E. de M.; CARDOSO, G.D. Emergência da plântula e germinação da semente de mamona plantada em diferentes posições. *Revista de Biologia e Ciências da Terra, Paraíba*, v. 5, n. 1, 2004b. Disponível em: <http://www.uepb.edu.br/eduep/rbct/sumarios/pdf/sementemamona.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2007.

SHIRANI, H.; HAJABBASI, M.A.; AFYUNI, M.; HEMMAT, A. Effects of farmyard manure and tillage systems on soil physical properties and corn yield in Central Iran. *Soil and Tillage Research, Amsterdam*, v. 68, p. 101-108, 2002.

SILVA, A.P. Qualidade física do solo e o desenvolvimento de plantas de milho. 1998.80 f. Tese (Livre Docência) – Departamento de Solos, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

TISDALL, J. M., OADES, J. M. Organic matter and water stable aggregates in soils. *Journal of Soil Science, London*, v. 33, p. 141-163, 1982.

VALE, L.S. do; TENÓRIO, J.V. da C.; LIMA, R. de L.S.; SILVA, M.I. de L.; SEVERINO, L.S.; BELTRÃO, N.E. de M.; CARDOSO, D.G. Crescimento da mamoneira em solo compactado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA - ENERGIA E SUSTENTABILIDADE, 1., 2004, Campina Grande. Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.

YODER, R.E. A direct method of aggregate analysis of soils and a study of the physical nature of erosion losses. *Journal of the American Society of Agronomy, Madison*, v. 28, p. 337-351, 1936.



Clima Temperado

