



Atributos físicos do solo e produtividade do arroz em sucessão a cultivos de plantas de cobertura e descompactação mecânica⁽¹⁾.

Vagner do Nascimento⁽²⁾; Marlene Cristina Alves⁽³⁾; Orivaldo Arf⁽⁴⁾; Paulo Ricardo Teodoro da Silva⁽⁵⁾; Michelle Traete Sabundjian⁽⁶⁾; João Paulo Ferreira⁽⁷⁾.

⁽¹⁾ Parte da tese de doutorado do primeiro autor desenvolvida com recursos financeiros da FAPESP e do CNPq.

⁽²⁾ Doutorando em Agronomia, ^(5, 6 e 7) Mestrando e Doutorandos em Agronomia – UNESP - Campus de Ilha Solteira - Av. Brasil, 56, Ilha Solteira - SP, CEP: 15385-000; E-mail: vagnern@gmail.com; ⁽³⁾ Prof. Titular Dr. – Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos; ⁽⁴⁾ Prof. Titular Dr. - Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia.

RESUMO: O cultivo antecessor de plantas de cobertura (PC) e descompactação mecânica (DM) esporádica do solo são opções para minimizar a compactação na camada superficial do solo em sistema plantio direto (SPD) estabelecido. Assim, o objetivo do trabalho foi investigar o efeito da DM esporádica do solo e o cultivo anterior de PC na primavera em SPD iniciado há 13 anos, na produtividade de grãos do arroz e as alterações sobre os atributos físicos do solo, após o cultivo. O trabalho foi desenvolvido em Selvíria, MS, em 2012/13, em um Latossolo Vermelho, textura argilosa, com delineamento em blocos casualizados disposto em um esquema fatorial 5x2, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de cinco PC (pousio, *Cajanus cajan*, *Crotalaria juncea*, *Urochloa ruziziensis* e *Pennisetum glaucum*) com e sem escarificação mecânica do solo. Em março de 2013, coletou-se as amostras de solo, nas camadas de 0,00-0,05, 0,05-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,40 m, avaliando-se a densidade do solo (Ds), macroporosidade (Ma), microporosidade (Mi) e porosidade total (PT). A escarificação mecânica do solo promoveu incremento de macroporos e poros totais, além disso, reduziu a densidade do solo na camada de 0,00-0,20 m; o cultivo anterior de crotalária, independente da escarificação, promoveu melhoria nos atributos físicos do solo, na camada de 0,05-0,20 m; a escarificação mecânica do solo e o cultivo anterior de guandu proporcionaram incrementos na produtividade de grãos do arroz em sucessão.

Termos de indexação: compactação, qualidade física do solo, porosidade do solo.

INTRODUÇÃO

A compactação na camada superficial em sistema plantio direto (SPD) estabelecido é um grave problema para a qualidade do solo, pois modifica os fluxos de água e ar e a dinâmica de nutrientes do solo, promovendo a redução da produtividade das culturas agrícolas em diversos sistemas de produção. Diante disso, o objetivo deste

trabalho foi investigar o efeito da descompactação mecânica esporádica do solo e o cultivo anterior de plantas de cobertura na primavera em SPD iniciado há 13 anos, na produtividade de grãos do arroz e nas alterações sobre os atributos físicos do solo, após o cultivo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em área experimental da UNESP – Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria, MS, em 2012/13, em um Latossolo Vermelho distrófico de textura argilosa, com altitude local de 335 m. Os valores médios anuais de precipitação anual, temperatura e umidade relativa do ar são, respectivamente, 1.370 mm, 23,5°C e 66%. Antes da instalação do experimento foi realizada uma caracterização química e física do solo em toda área experimental em 14/06/2012. Para análise química foi coletada uma amostra composta, originada de 20 amostras simples deformadas do solo, nas camadas estratificadas de 0-0,05, 0,05-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,40 m. Quanto à análise física foram retiradas amostras indeformadas de solo em 10 pontos aleatórios, nas camadas supracitadas, por meio de anéis volumétricos com volume de 10⁻⁴ m³.

Aplicou-se em toda área experimental em 10/07/2012, 1.600 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico a lanço. O preparo com escarificador foi realizado em 09/08/2012, em parte da área experimental, antes da semeadura das PC, com escarificador de sete hastes à profundidade de trabalho de 0,35 m e largura da faixa de corte de 2,10 m. Na área escarificada foi realizada uma operação com grade leve. Todas as plantas de coberturas (PCs) foram semeadas manualmente em 14/08/2012, sem adubação, com uso de matracas e espaçamento entrelinhas de 0,45 m com a densidade de sementes utilizada para o guandu anão (60 kg ha⁻¹), crotalária e milheto (30 kg ha⁻¹), *Urochloa* (12 kg ha⁻¹). Todas as PCs foram dessecadas aos 68 dias após a semeadura (DAS) com os herbicidas glyphosate (1.440 g ha⁻¹ do i.a.) + 2,4-D (670 g ha⁻¹ do i.a.). Posteriormente foi realizada uma operação com triturador mecânico, na altura de 0,10 m acima da superfície do solo, em todas PCs. O



delineamento experimental foi o de blocos casualizados disposto em esquema fatorial 5x2 para o arroz, com 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de cinco PCs (pousio, *Cajanus cajan*, *Crotalaria juncea*, *Urochloa ruziziensis* e *Pennisetum glaucum*) com e sem escarificação mecânica do solo. Nos pousios com e sem escarificação mecânica do solo, permitiu-se o desenvolvimento da vegetação espontânea. A parcela experimental foi constituída de 7 m largura e 12 m comprimento. O cultivo do arroz foi em sucessão as PCs na primavera de 2012. A semeadura mecânica do arroz foi realizada em 13/09/2012, usando o cultivar IAC 203, com espaçamento de 0,35 m entrelinhas, sendo conduzido de novembro a março, sob irrigação por aspersão, com adubação de base de 250 kg ha⁻¹ da fórmula 06-30-10 e adubação de cobertura de 60 kg ha⁻¹ de nitrogênio usando como fonte o sulfato de amônio, sendo realizada aos 30 dias após a emergência das plantas (DAE). A colheita manual foi realizada em 04/03/2013. Após cultivo do arroz, em março de 2013, foram coletadas amostras indeformadas de solo em três pontos aleatórios dentro de cada parcela, nas camadas supracitadas, sendo realizadas quatro repetições por tratamento. Posteriormente foram submetidas à análise de macroporosidade (Ma), microporosidade (Mi), porosidade total (PT) e densidade do solo (Ds), conforme metodologia proposta pela EMBRAPA (1997). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A emergência do arroz ocorreu uniformemente no sexto DAS. O florescimento pleno e a colheita ocorreram aos 82 e 106 DAE das plantas. Durante o período de cultivo do arroz não houve problema com acamamento de plantas. Houve interações significativas para massa seca (MS) da parte aérea das PCs e para Ma e PT do solo, na camada de 0,05-0,10 m solo (**Tabelas 1 e 2 e Figura 1**).

Com relação ao desdobramento da interação para massa seca (MS) da parte aérea das PCs (**Figura 1**), para PC dentro de DM, verificou-se que o cultivo anterior de milho (13,64 Mg ha⁻¹), *Urochloa* (11,84 Mg ha⁻¹) e guandú (11,14 Mg ha⁻¹) com escarificação e da crotalária (11,46 Mg ha⁻¹) em SPD apresentaram maior produtividade de MS. Na DM dentro de PC, verificou-se que o solo sob milho, independente da escarificação, e sob crotalária em SPD proporcionaram maior produtividade de MS. As taxas diárias de acúmulo de produtividade MS (68 DAS) das PC foram:

milho (193 kg ha⁻¹), *Urochloa* (154 kg ha⁻¹), guandú e crotalária (143 kg ha⁻¹).

A descompactação mecânica do solo e o cultivo de PCs (**Tabela 1**) influenciaram na produtividade de grãos do arroz. O fato de escarificar o solo proporcionou incremento de produtividade da ordem de 552 kg ha⁻¹ em relação ao SPD, após sete meses. Nas PCs, constatou-se que o cultivo anterior de guandú (5.614 kg ha⁻¹) proporcionou maior incremento na produtividade de grãos do arroz em relação ao milho (4.154 kg ha⁻¹) e *Urochloa* (4.284 kg ha⁻¹). Provavelmente o cultivo anterior de guandú na primavera, promoveu o rompimento da camada compactada, por apresentar sistema radicular profundo, capaz de se desenvolver em solos coesos e adensados na superfície (Brazaca et al., 1996), com bom potencial na absorção de água e possibilidade de ciclagem de nutrientes das camadas mais profundas (Alvarenga et al., 1995), refletindo em maior produtividade de grãos do arroz. Entretanto, Pacheco et al. (2011) verificaram que as maiores produtividades do arroz sob SPD foram obtidas sobre palhadas de milho e *Urochloa ruziziensis*.

Tabela 1 – Valores médios de massa seca (MS) da parte aérea das PCs e produtividade de grãos (PG) do arroz, após DM esporádica do solo e cultivos de PC e arroz em sistema plantio direto.

	MS	PG
	Mg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹
	Descompactação mecânica(DM)	
Sem	10,01	4.539 b
Com	10,38	5.091 a
	Plantas de cobertura (PC)	
Pousio	7,99	5.000 b
<i>Urochloa</i>	10,55	4.284 c
Crotalária	9,66	5.024 b
Guandú	9,72	5.614 a
Milho	13,05	4.154 c
CV(%)	7,09	7,57

Médias seguidas de mesma letra, para descompactação mecânica e plantas de cobertura, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 %.

Na camada de 0,00-0,05 m (**Tabela 1**), observou-se que houve influência para DM do solo sobre a Ma, PT e Ds. De maneira geral, verificou-se que a escarificação, promoveu incremento na proporção de macroporos (0,14 m³ m⁻³) e porosidade total (0,47 m³ m⁻³), além disso, reduziu a densidade (1,39 Mg m⁻³) do solo. Não houve influência significativa para PCs. Todavia, vale salientar que a proporção de macroporos foi superior ao considerado crítico por Greenland (1981), para um bom desenvolvimento do sistema radicular das plantas cultivadas (> 0,10 m³ m⁻³).



Na camada de 0,05-0,10 m (**Tabela 1**), constatou-se que houve efeito para DM do solo para densidade do solo. Observou-se que a escarificação, promoveu redução da Ds (1,48 Mg m⁻³). Nas PCs, notou-se que *Crotalaria juncea* proporcionou redução da microporosidade (0,33 m³ m⁻³) e densidade do solo (1,46 Mg m⁻³).

Analisando os resultados do desdobramento da interação para Ma e PT do solo, na camada de 0,05-0,10 m (**Figura 1**), para PC dentro de DM e na DM dentro de PC, merece destaque o cultivo antecessor de crotalaria com escarificação que promoveu incremento na proporção de macroporos (0,16 m³ m⁻³) e poros totais (0,48 m³ m⁻³) do solo em relação aos demais tratamentos, e também em relação a proporção de Ma (0,06 m³ m⁻³) e PT (0,41 m³ m⁻³) inicial do solo em 2012. Além disso, na DM dentro de PC, constatou-se que o solo sob milheto com escarificação (0,45 m³ m⁻³), mostrou-se promissor, com incremento na proporção de poros totais do solo em relação as demais PCs e proporção inicial. Provavelmente a *Crotalaria juncea* rompeu a camada superficial compactada do solo e melhorou a estrutura e agregação, promovendo melhorias na relação massa/volume do solo.

Na camada de 0,10-0,20 m (**Tabela 1**), verificou-se que houve diferenças significativas para DM do solo nos atributos Ma, PT e Ds. A operação de escarificação promoveu maior proporção de Ma (0,11 m³ m⁻³) e PT (0,46 m³ m⁻³) do solo, além disso, reduziu a Ds (1,46 Mg m⁻³). Corroborando com Viana et al. (2008) que mencionam os benefícios do escarificador na descompactação do solo, somado ao fato de possuir bom rendimento operacional, proporcionar bom desenvolvimento do sistema radicular das plantas e facilitar a infiltração de água no solo. Uma alternativa para a descompactação em SPD estabelecido, pois possibilita que grande parte dos resíduos culturais permaneça sobre a superfície do solo, mas ressaltava a importância de ser empregado quando o solo apresenta-se dentro da faixa de friabilidade.

Para as PCs, na camada de 0,10-0,20 m (**Tabela 1**), notou-se que cultivo anterior de *Crotalaria juncea* promoveu maior proporção de Ma (0,10 m³ m⁻³) e PT (0,47 m³ m⁻³) do solo, e também reduziu a Ds (1,46 Mg m⁻³). Mostrando ser uma excelente opção de cultivo, pela sua capacidade de romper camadas superficiais compactadas em SPD estabelecido, promovendo melhor estruturação e agregação, proporcionando a formação de bioporos e maior capacidade de infiltração e armazenamento de água no solo, principalmente em solo argiloso.

Na camada de 0,20-0,40 m (**Tabela 1**), observou-se que houve influência para DM do solo nos atributos Ma e Ds. Constatou-se que o SPD

apresentou maior proporção de macroporos (0,11 m³ m⁻³) e menor a densidade (1,37 Mg m⁻³) no subsolo estudado. Evidenciando que a escarificação mecânica do solo realizada na profundidade de 0,35 m, após sete meses, não proporcionou melhorias nos atributos físicos do solo nesta profundidade. Não houve diferenças significativas para as PCs.

CONCLUSÕES

A escarificação mecânica do solo promoveu incremento de macroporos e poros totais, além disso, reduziu a densidade do solo na camada de 0,00-0,20 m;

O cultivo anterior de crotalaria, independente da escarificação, promoveu melhoria nos atributos físicos do solo, na camada de 0,05-0,20 m;

A escarificação mecânica do solo e o cultivo anterior de guandu proporcionaram incrementos na produtividade de grãos do arroz em sucessão.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP e ao CNPq pelos auxílios financeiros e a concessão da bolsa de doutorado ao primeiro autor pela FAPESP, Processo: 2012/05945-0.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M. DA; MOURA FILHO, W. et al. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 30:175-185, 1995.

BRAZACA, S. G. C.; SALGADO, J. M.; MANCINI FILHO, J.; et al. Avaliação física, química, bioquímica e agrônômica de cultivares de feijão-guandu (*Cajanus cajan* (L) Mill). Alimentos e Nutrição, 7:37-45, 1996.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.

GREENLAND, D. J. Soil management and soil degradation. Journal of Soil Science, London, 31:301-322, 1981.

PACHECO, L. P.; LEANDRO, W. M.; MACHADO, P. L. O. A. et al. Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 46:17-25, 2011.

VIANA, J. H. M.; CRUZ, J. C.; ALVARENGA, R. C. et al. Manejo do solo para a cultura do milho. In: CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R. et al. (Ed.). A cultura do milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. p. 99-129.



Tabela 2 - Valores médios da macroporosidade (Ma), microporosidade (Mi), porosidade total (PT) e densidade do solo (Ds) do solo, nas camadas estudadas, após descompactação mecânica esporádica do solo, cultivos antecessores de plantas de cobertura e arroz em sistema plantio direto.

	Camada de 0,00-0,05 m				Camada de 0,05-0,10 m			
	Ma	Mi	PT	Ds	Ma	Mi	PT	Ds
	m ³ m ⁻³				Mg m ⁻³			
Descompactação mecânica do solo (DM)								
Sem	0,11 b	0,34	0,45 b	1,49 a	0,09	0,34	0,43	1,53 a
Com	0,14 a	0,33	0,47 a	1,39 b	0,11	0,34	0,45	1,48 b
Plantas de cobertura (PC)								
Pousio	0,12	0,33	0,46	1,43	0,10	0,33 ab	0,44	1,51 ab
<i>Urochloa</i>	0,12	0,34	0,46	1,44	0,11	0,34 ab	0,44	1,49 ab
Milheto	0,14	0,33	0,46	1,42	0,10	0,34 a	0,44	1,51 ab
Crotalária	0,13	0,33	0,47	1,45	0,12	0,33 b	0,45	1,46 b
Guandú	0,10	0,34	0,45	1,47	0,08	0,34 a	0,43	1,55 a
DMS (5%)								
DM	0,018	--	0,012	0,037	--	--	--	0,030
PC	--	--	--	--	--	0,014	--	0,066
CV(%)	40,58	6,03	7,53	7,04	39,36	5,13	6,75	5,48
C.I.	0,08	0,36	0,44	1,49	0,06	0,35	0,41	1,56
Camada de 0,10-0,20 m								
Descompactação mecânica do solo (DM)								
Sem	0,08 b	0,35	0,42 b	1,54 a	0,11 a	0,36	0,47	1,37 b
Com	0,11 a	0,35	0,46 a	1,46 b	0,10 b	0,36	0,46	1,39 a
Plantas de cobertura (PCs)								
Pousio	0,09 ab	0,35	0,43 ab	1,51 ab	0,10	0,36	0,46	1,38
<i>Urochloa</i>	0,09 ab	0,35	0,44 ab	1,51 ab	0,11	0,36	0,47	1,38
Milheto	0,09 ab	0,34	0,44 ab	1,49 ab	0,10	0,36	0,46	1,38
Crotalária	0,10 a	0,36	0,47 a	1,46 b	0,12	0,36	0,47	1,36
Guandú	0,08 b	0,34	0,42 b	1,53 a	0,09	0,37	0,46	1,41
DMS (5%)								
DM	0,012	--	0,019	0,031	0,009	--	--	0,025
PC	0,026	--	0,042	0,068	-	--	--	--
CV(%)	35,68	14,08	11,94	5,70	25,01	5,41	4,75	5,03
C.I.	0,07	0,35	0,42	1,54	0,10	0,36	0,46	1,42

Médias seguidas de mesma letra, para descompactação mecânica e PC, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%; C.I. (Caraterização Inicial): Atributos químicos do solo da área experimental, antes da instalação do experimento.

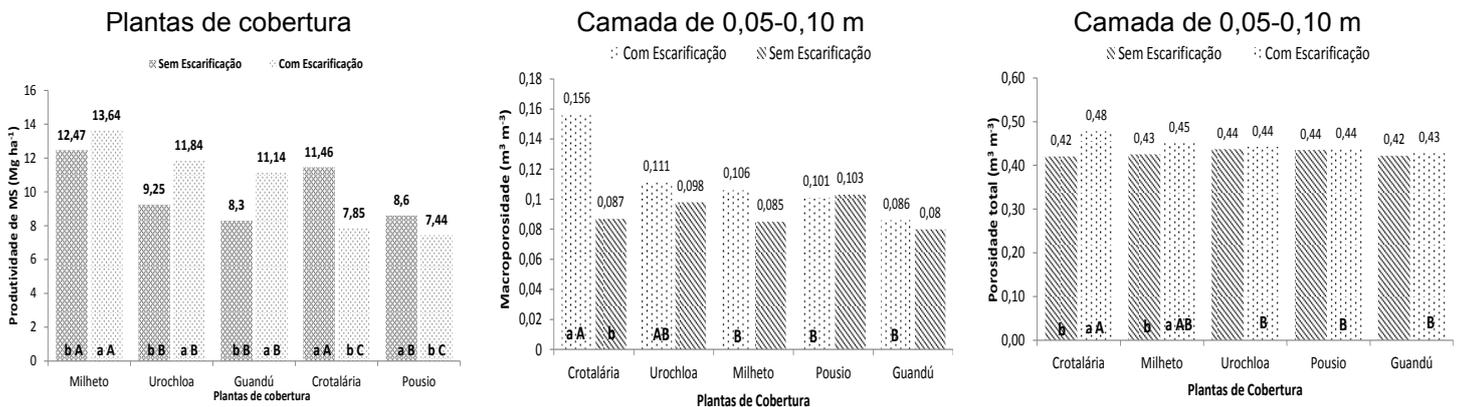


Figura 1. Desdobramento das interações para a massa seca (MS) da parte aérea das PCs, macroporosidade e porosidade total do solo, na camada de 0,05-0,10 m, após descompactação mecânica esporádica do solo e cultivo de PC e arroz em SPD estabelecido, sob irrigação por aspersão. Médias seguidas de mesma letra minúscula, para PC dentro de DM (1,05 Mg ha⁻¹, 0,032 e 0,024 m³ m⁻³), e maiúscula, na DM dentro de PC (1,49 Mg ha⁻¹, 0,045 e 0,034 m³ m⁻³), não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância, CV (%) = 7,09, 39,36 e 6,75, Selvíria, MS, 2012/13.