



Atributos químicos 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⁾; Epitácio José de Souza⁽⁶⁾; Flávio Hiroshi Kaneko⁽⁷⁾.

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

⁽²⁾ Doutorando em Agronomia, ^(5 e 6) Mestrando e Doutorando em Agronomia - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia (FE), Campus de Ilha Solteira - Av. Brasil, 56, Ilha Solteira - SP, CEP: 15385-000; E-mail: vagnern@gmail.com; ⁽³⁾ Professor Titular Dr. - Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos; ⁽⁴⁾ Professor Titular Dr. - Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia; UNESP - Ilha Solteira. ⁽⁷⁾ Professor Dr. - Instituto Federal do Mato Grosso do Sul - Campus de Nova Andradina - IFMS.

RESUMO: O cultivo antecessor de plantas de cobertura (PC) e descompactação mecânica (DM) 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 sucessivo de PC na primavera em SPD estabelecido há 13 anos, na produtividade de grãos do arroz e as alterações sobre os atributos químicos do solo, após o cultivo. O trabalho foi desenvolvido em Selvíria, MS, em 2013/14, em um Latossolo Vermelho, textura argilosa, com delineamento em blocos casualizados disposto em esquema fatorial 5x2, com quatro 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. Em maio de 2014, coletaram-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 o teor fósforo disponível (P), índice de acidez (pH), matéria orgânica (MOS), alumínio (Al), enxofre (S) e saturação por bases (V%). Na ausência de descompactação mecânica do solo, houve aumento do teor de fósforo, matéria orgânica, pH e saturação por bases no perfil do solo; os cultivos antecessores de milho e crotalária, independente da escarificação, proporcionaram melhorias nos atributos químicos do solo, na camada de 0,00-0,40 m; a descompactação mecânica do solo e o cultivo anterior de plantas de cobertura não influenciaram na produtividade de grãos do arroz em sucessão.

Termos de indexação: *Oryza sativa* L., qualidade química do solo, manejo 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 sucessivo de plantas de cobertura na primavera em SPD estabelecido há 13 anos, na produtividade de grãos do arroz e as alterações sobre os atributos químicos do solo, após o cultivo.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido em área experimental da UNESP - Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria, MS, em 2013/14, 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. Já para 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 hastas à profundidade de trabalho de 0,35 m e largura da faixa de corte de 2,10 m. Na parte 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 entrelinha de 0,45 m. As densidades de sementes utilizadas para o guandu anão (60 kg ha⁻¹), crotalária e milho (30 kg ha⁻¹), *Urochloa* (12 kg ha⁻¹). Todas as PCs foram dessecadas aos 63 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 em todas as PCs. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados disposto em esquema fatorial 5×2 para o arroz, com 4 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. Nos pousios com e sem escarificação mecânica do solo, permitiu-se o desenvolvimento da vegetação espontânea de plantas daninhas. A parcela experimental foi constituída de 7 m largura e 12 m comprimento. O cultivo do arroz foi em sucessão a PCs na primavera de 2012 e 2013, seguido dos cultivos do arroz e feijão, em 2012/13. A semeadura mecânica do arroz foi realizada em 21/12/2013, usando o cultivar IAC 202, com espaçamento de 0,35 m entrelinhas, sendo conduzido de dezembro a abril, sob irrigação por aspersão, com adubação de base de 280 kg ha^{-1} da fórmula 04-14-08 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 10/04/2014. Após cultivo do arroz, em maio de 2014, foram coletadas amostras compostas deformadas de solo, com auxílio de um trado de rosca. Cada amostra composta foi originada de dez pontos (amostras simples) por parcela, nas camadas supracitadas. Após homogeneização, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e levadas ao laboratório para análise, sendo realizadas quatro repetições por tratamento. No laboratório de fertilidade do solo as amostras compostas coletadas foram secas e peneiradas (malha 2 mm). Posteriormente foram submetidas à análise, conforme metodologia proposta por Rajj et al. (2001). 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 alguns atributos químicos do solo, nas quatro camadas (**Tabelas 1 e 2**).

Com relação ao desdobramento da interação para MS da parte aérea das PCs, para PC dentro de DM e na DM dentro de PC, merece destaque o

cultivo anterior de milho, independente da escarificação, que promoveu maior produtividade de MS. As taxas diárias de acúmulo de produtividade de MS (63 DAS) das PCs foram: milho (172 kg ha^{-1}), *Urochloa* (79 kg ha^{-1}), guandú e crotalária (95 kg ha^{-1}). A DM do solo e o cultivo anterior de PCs não influenciaram na produtividade de grãos do arroz, porém apresentando boas produtividades, após cultivos de PCs em relação ao pousio (**Tabela 1**). 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, arroz e feijão em SPD.

	MS	PG
	Mg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹
Descompactação mecânica(DM)		
Sem	6,19	4.078
Com	5,94	4.196
Plantas de cobertura (PC)		
Pousio	2,54	3.873
<i>Urochloa</i>	5,00	4.155
Crotalária	5,98	4.204
Guandu	5,96	4.143
Milho	10,84	4.309
CV(%)	9,49	7,35

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

Nas camadas de 0,00-0,05, 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m (**Tabela 2**), verificou-se que a descompactação mecânica do solo influenciou nos teores de S, pH, V(%), P e MOS do solo. De maneira geral, observaram-se valores superiores dos atributos em SPD, com exceção do teor de S na camada de 0,00-0,05 m. Provavelmente devido há ausência de revolvimento do solo, preservando a MOS do solo e promovendo melhorias nos atributos químicos nas três camadas superficiais do solo, principalmente na camada 0,00-0,05 m, devido a aplicação de calcário à lanço sem incorporação no perfil do solo. Nas PCs, o destaque foi para os cultivos antecessores de milho e crotalária que promoveram incrementos nos atributos químicos nas três primeiras camadas do solo estudadas, mostrando o potencial destas PCs na melhoria dos atributos químicos do solo, ou seja, atuando na reação do solo e promoverem maior disponibilidade de nutriente na solução do solo. Os resultados encontrados neste trabalho são considerados médios (5,1-5,5) e altos (4,5-5,0) para o pH e médios (51-70%) e baixos (26-50%) para V (%), de acordo com Rajj et al. (1997), porém superiores em



relação ao pH (4,5) e saturação por bases (33%) encontrados inicialmente na área, evidenciando que os cultivos anteriores de milho e crotalária durante a primavera de 2012 e 2013, promoveram a descida dos cátions provenientes da aplicação de calcário na superfície sem incorporação, após 21 meses.

Analisado o desdobramento da interação para o teor de P do solo, na camada de 0,00-0,05 m, para PC dentro de DM e na DM dentro de PC, merece destaque o cultivo anterior de milho em SPD, que promoveu maior reciclagem e liberação de P ($47,75 \text{ mg dm}^{-3}$) na solução do solo em relação as demais PCs que apresentaram valores considerados médios ($16-40 \text{ mg dm}^{-3}$) para o teor de P em culturas anuais, segundo Raij et al. (1997). Corroborando com os resultados de Menezes & Leandro (2004) que observaram maior extração de P pelo milho, proporcionando posterior decomposição e liberação desse nutriente nas camadas superficiais.

Quanto ao desdobramento da interação para o teor de S do solo, na camada de 0,05-0,10 m, para PC dentro de DM e na DM dentro de PC, houve destaque para os cultivos anteriores de crotalária em SPD ($30,25 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e guandu com escarificação ($29,25 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$) que apresentaram maiores teores de S nesta camada.

Analisando o desdobramento da interação para V(%) do solo, na camada de 0,05-0,10 m, para DM dentro de PC, verifica-se que o cultivo anterior de milho em SPD elevou a saturação por bases (71,88%) do solo.

Com relação ao desdobramento da interação para o teor de P do solo, na camada de 0,10-0,20 m, para PC dentro de DM, verificou-se que o cultivo anterior de crotalária em SPD e o pousio com escarificação apresentaram maiores teores de P do solo. Na DM dentro de PC, verificou-se que o cultivo anterior de crotalária ($29,60 \text{ mg dm}^{-3}$) e milho ($27,75 \text{ mg dm}^{-3}$) em SPD apresentaram incremento no teor de P do solo. Os teores de P encontrados neste trabalho são considerados médios para culturas anuais ($16-40 \text{ mg dm}^{-3}$), de acordo com Raij et al. (1997). Para o desdobramento da interação referente ao teor de S do solo, na camada de 0,10-0,20 m, para PC dentro de DM e na DM dentro de PC, merece destaque o cultivo anterior de *Urochloa* com escarificação ($51,50 \text{ mg dm}^{-3}$) que apresentou maior teor S do solo. Já para o desdobramento da interação referente ao teor de Al do solo, na camada de 0,10-0,20 m, para DM dentro de PC e na DM dentro de PC, constatou-se que o cultivo anterior de guandu ($2,75 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$) com escarificação apresentou maior teor de Al do solo.

Na camada de 0,20-0,40 m, verificou-se que a descompactação mecânica do solo influenciou somente a V (%) do solo, (Tabela 2). Observou-se

maior saturação por bases (44%) do solo em SPD. Nas PCs, verificou-se que o cultivo anterior de crotalária promoveu incrementos nos valores de pH e V(%) do solo, mostrando o seu potencial de agir na reação do subsolo estudado, além da melhoria nos atributos químicos em relação aos conteúdos iniciais da pesquisa. Em relação ao desdobramento da interação para o teor de Al do solo, na camada de 0,20-0,40 m, para PC dentro de DM e na DM dentro de PC, merece destaque o cultivo anterior de crotalária em SPD que promoveu redução do teor de alumínio do solo.

CONCLUSÕES

Na ausência de descompactação mecânica do solo, houve aumento do teor de fósforo, matéria orgânica, pH e saturação por bases no perfil do solo;

Os cultivos antecessores de milho e crotalária, independente da escarificação, proporcionaram melhorias nos atributos químicos do solo, na camada de 0,00-0,40 m;

A descompactação mecânica do solo e o cultivo anterior de plantas de cobertura não influenciaram 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

MENEZES, L. A. S. & LEANDRO, W. M. Avaliação de espécies de coberturas do solo com potencial de uso em sistema de plantio direto. Pesquisa Agropecuária Tropical, 34:173-180, 2004.

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.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. et al. Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. Campinas: [s.n.], 1997. 285 p. (Boletim Técnico, 100).

RAIJ, B. van.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H. et al. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas, Instituto Agrônomo Campinas, 2001. 285p.



Tabela 2 - Valores médios dos atributos químicos do solo, nas camadas estudadas, após descompactação mecânica esporádica do solo, cultivos antecessores de plantas de cobertura, arroz e feijão em sucessão.

	Camada de 0,00-0,05 m						Camada de 0,05-0,10 m					
	P	S-SO ₄	pH	Al ³⁺	MOS	V	P	S-SO ₄	pH	Al ³⁺	MOS	V
	-----mg dm ⁻³ -----	CaCl ₂	mmol c dm ⁻³	g dm ⁻³	%	-----mg dm ⁻³ -----	CaCl ₂	mmol _c dm ⁻³	g dm ⁻³	%		
Descompactação mecânica do solo (DM)												
Sem	35,10	7,50 b	6,0 a	0,00	24	80 a	36,20 a	22,45	5,7	0,00	21	66
Com	34,95	10,7 a	5,8 b	0,00	23	77 b	31,10 b	21,60	5,8	0,00	21	69
Plantas de cobertura (PC)												
Pousio	25,88	9,75 ab	5,8	0,00	22 b	77 b	37,00 ab	27,88	5,7	0,00	20	66
<i>Urochloa</i>	33,25	8,75 ab	5,9	0,00	24 ab	77 b	29,00 b	22,00	5,7	0,00	21	67
Milheto	42,38	8,88 ab	6,1	0,00	26 a	82 a	38,00 a	17,13	5,9	0,00	22	70
Crotalária	38,00	10,88 a	5,8	0,00	24 ab	79 ab	28,13 b	24,00	5,8	0,00	21	68
Guandú	35,63	7,25 b	5,8	0,00	22 b	76 b	36,13 ab	19,13	5,6	0,00	20	66
DMS (5%)												
DM	--	1,32	0,16	--	--	2,02	3,99	--	--	--	--	--
PC	--	2,98	--	--	3,19	4,55	8,98	--	--	--	--	--
CV(%)	17,34	22,42	4,13	--	9,26	3,93	18,26	23,99	4,25	--	8,03	4,79
C.I.	29	3	5,9	0	24	79	6	6	4,9	2	17	48
Camada de 0,10-0,20 m						Camada de 0,20-0,40 m						
Descompactação mecânica do solo (DM)												
Sem	23,45	42,60	5,1	1,10	18 a	49	8,35	76,75	5,1	1,28	15	44 a
Com	21,65	44,25	5,2	1,65	17 b	50	9,00	78,25	5,0	1,49	15	41 b
Plantas de cobertura (PC)												
Pousio	24,50	47,50	5,2 ab	1,25	17	50 ab	7,75	88,88	5,0 ab	1,48	16	41 b
<i>Urochloa</i>	21,13	43,88	5,0 b	1,75	17	46 b	9,25	75,50	4,9 b	1,45	15	39 b
Milheto	24,38	47,75	5,3 a	0,63	18	54 a	8,88	75,25	5,1 ab	1,54	15	42 b
Crotalária	25,00	45,00	5,3 a	1,13	18	50 ab	9,50	70,13	5,1 a	1,01	16	47 a
Guandú	17,75	33,00	5,1 ab	2,13	17	48 ab	8,00	77,75	5,0 ab	1,45	15	44 ab
DMS (5%)												
DM	--	--	--	--	1,62	--	--	--	--	--	--	2,25
PC	--	--	0,25	--	--	6,60	--	--	0,19	--	--	5,07
CV(%)	23,05	17,47	3,38	10,49	6,04	9,13	19,14	16,96	2,54	11,38	7,02	8,20
C.I.	38	13	4,5	6	15	33	7	43	4,8	2	13	40

Médias seguidas de mesma letra, para descompactação mecânica e PC, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.
Análise dos dados transformados em raiz quadrada de $x + 0,5$ para variável alumínio; C.I. (Caraterização Inicial): Atributos químicos do solo da área experimental, antes da instalação do experimento; índice de acidez (pH); P: fósforo disponível (método da resina); MOS: Matéria orgânica do solo; Al trocável; V(%): saturação por bases; S: enxofre disponível.