

PRODUTIVIDADE DO ARROZ E MICRONUTRIENTES DO SOLO EM SUCESSÃO A PLANTAS DE SERVIÇO E ESCARIFICAÇÃO MECÂNICA NO CERRADO

Vagner do Nascimento¹; Orivaldo Arf²; Marlene Cristina Alves²; Paulo Ricardo Teodoro da Silva²; Luana Beatriz Gonçalves².

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., plantas de cobertura, sistema plantio direto, compactação

Introdução

A compactação na camada superficial do solo em sistema plantio direto (SPD) implantado é um grave problema para a qualidade do solo, pois modifica os fluxos de água e ar e a dinâmica de micronutrientes do solo, promovendo a redução da produtividade das culturas agrícolas em diversos sistemas de produção. Assim, o trabalho teve como objetivo investigar os efeitos da descompactação mecânica (DM) esporádica do solo associado ao cultivo antecessor de plantas de cobertura (PC) em sistema plantio direto implantado, na produtividade de grãos do arroz e as alterações nos micronutrientes em diferentes profundidades do solo, após duas colheitas de arroz.

Material e Métodos

Este trabalho foi desenvolvido durante dois anos agrícolas em área experimental da UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria, MS, 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 1.370 mm, 23,5°C e 66%, respectivamente. Antes da instalação do experimento foi realizada a caracterização química e física do solo em toda área experimental em 14/06/2012. Para análise química foi coletada amostra composta, originada de 20 amostras simples deformadas do solo, nas camadas estratificadas de 0,00-0,05, 0,05-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,40 m. Já para a 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 (Tabela 1).

Tabela 1. Atributos químicos e físicos do solo da área experimental, nas camadas estudadas, antes da instalação do experimento, Selvíria, MS, Brasil, 2012.

| Prof. (m) | Atributos químicos | | | | | | | Atributos físicos | | | | |
|-----------|------------------------|-----------------------|-------------------|-------|---------------------------|-------|-------|-------------------|-------|--------------------------------|-------|------------------------|
| | P | M.O. | pH | K | Ca | Mg | Al | V | Ma | Mi | PT | Ds |
| | mg dm ⁻³ | g dm ⁻³ | CaCl ₂ | ----- | (mmolc dm ⁻³) | ----- | ----- | % | ----- | m ³ m ⁻³ | ----- | Mg dm ⁻³ |
| 0,00-0,05 | 29 | 24 | 5,9 | 3,5 | 41 | 25 | 0 | 79 | 0,08 | 0,36 | 0,44 | 1,49 |
| 0,05-0,10 | 6 | 17 | 4,9 | 1,8 | 17 | 12 | 2 | 48 | 0,06 | 0,35 | 0,41 | 1,56 |
| 0,10-0,20 | 38 | 15 | 4,5 | 1,3 | 10 | 7 | 6 | 33 | 0,07 | 0,35 | 0,42 | 1,54 |
| 0,20-0,40 | 7 | 13 | 4,8 | 1,4 | 10 | 8 | 2 | 40 | 0,10 | 0,36 | 0,46 | 1,42 |

Prof.(m): profundidade do solo (metro); P: fósforo disponível (resina); M.O.: Matéria orgânica; K, Ca, Mg e Al trocáveis; V(%): saturação por bases; Ma: Macroporosidade, Mi: Microporosidade; PT: Porosidade Total e Ds: Densidade do solo.

Aplicou-se em toda área experimental em 10/07/2012, 1.600 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico à 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 0,30 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 e 05/09/2013, sem adubação, com uso de matracas e espaçamento entrelinha de 0,45 m. A densidade de semeadura utilizada para o guandu anão, crotalária, milheto e *Urochloa* foi de 60, 30, 30 e 12 kg ha⁻¹, respectivamente. Todas as PCs foram dessecadas aos 68 e 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.).

¹ Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", UNESP, FCAT, Rodovia Comandante João Ribeiro de Barros (SP 294), km 651 - Bairro das Antas, 17915-899, Dracena, SP, vagner.nascimento@unesp.br

² Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", UNESP, FEIS, Av. Brasil, 56, 15385-000, Ilha Solteira, SP, o.arf@unesp.br, marlenecristinaalves@yahoo.com.br, pauloteodoro@agronomo.eng.br, epitacio.agro@gmail.com

Após 10 dias da dessecação, realizou-se uma operação com triturador mecânico em todas as PCs, com altura de corte de 0,10 m.

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 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. Cada 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 13/09/2012 e 21/12/2013, usando o cultivar IAC 203 e IAC 202, com espaçamento de 0,35 m entrelinhas, sendo conduzido de dezembro a abril, sob irrigação por aspersão, com adubação de base de 250 kg ha⁻¹ da formula 04-30-08 e 280 kg ha⁻¹ da formula 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 das parcelas foi realizada em 04/03/2013 e 10/04/2014.

Após a colheita 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 Raij et al. (2001). Foram determinados os teores de boro (água quente), cobre, ferro, manganês e zinco pelo método do DTPA e a produtividade de grãos do arroz em kg ha⁻¹ corrigidos para 13 % base úmida. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

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. Houve interações significativas para massa seca (MS) da parte aérea das PCs (Figura 1 e Tabela 3) e para alguns micronutrientes do solo, nas camadas 0,00-0,05 e 0,20-0,40 m. Nas camadas estudadas (Tabela 2), verificou-se que a descompactação mecânica do solo influenciou nos teores de Cu, Fe e Mn na camada de 0,00-0,20 m. De maneira geral, observaram-se valores superiores nos teores de Mn (15,31 mg dm⁻³) e Fe (8,60 e 5,35 mg dm⁻³) em SPD, com exceção do Cu (1,97 mg dm⁻³) na camada de 0,00-0,05 m. Nas PCs, o destaque maior foi para o cultivo antecessor de crotalária e *Urochloa ruziziensis* que promoveram incremento no teor de Mn (19,66 e 33,78 mg dm⁻³) e Cu (4,28 mg dm⁻³) na camada de 0,10-0,20 m do solo, mostrando serem excelentes alternativas e potencial elevado destas na melhoria do teor de Mn e Cu do solo. Os resultados dos teores de micronutrientes (Tabela 2) encontrados neste trabalho são considerados baixos (0-0,20 mg dm⁻³) para boro, altos (> 0,08 mg dm⁻³) para cobre, médios (5-12 mg dm⁻³) para ferro, altos (> 5 mg dm⁻³) para manganês e baixos (0-0,5 mg dm⁻³) para zinco de acordo com Raij et al. (1997).

Tabela 2. Valores médios de micronutrientes do solo, na camada de 0,00-0,05, 0,05-0,10 m, 0,10-0,20 e 0,20-0,40 m após descompactação mecânica do solo em 2012, cultivos de plantas de cobertura e arroz em sistema plantio direto, Selvíria, MS, 2012/2013 e 2013/2014.

| CAMADA DE 0,00-0,05 m | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-------------|-------|---------------------|--------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|
| | Boro | | Cobre | | Ferro | | Manganês | | Zinco | |
| | água quente | | DTPA | | | | | | | |
| | | | mg dm ⁻³ | | | | | | | |
| | 12/13 | 13/14 | 12/13 | 13/14 | 12/13 | 13/14 | 12/13 | 13/14 | 12/13 | 13/14 |
| Descompactação mecânica do solo (DM) | | | | | | | | | | |
| Sem | 0,15 | 0,17 | 4,12 b | 1,97b | 13,05 | 7,00 | 42,59 | 21,90 | 0,93 | 0,74 |
| Com | 0,18 | 0,18 | 4,34 a | 2,24 a | 12,10 | 7,35 | 41,05 | 18,57 | 0,92 | 0,68 |
| Plantas de cobertura (PC) | | | | | | | | | | |
| POU | 0,17 | 0,17 | 4,35 | 2,11 | 13,63 | 7,88 | 46,05 | 17,89 | 0,99 | 0,58 |

| | | | | | | | | | | |
|---|--------|-------|---------|--------|---------|--------|----------|---------|-------|-------|
| URO | 0,18 | 0,16 | 4,29 | 2,04 | 12,25 | 7,00 | 40,15 | 21,65 | 0,86 | 0,80 |
| MIL | 0,16 | 0,16 | 4,08 | 2,13 | 12,13 | 7,75 | 43,39 | 19,45 | 0,92 | 0,85 |
| CRO | 0,15 | 0,19 | 4,31 | 2,15 | 12,38 | 7,13 | 40,65 | 23,39 | 0,99 | 0,66 |
| GUA | 0,16 | 0,20 | 4,13 | 2,09 | 12,50 | 6,13 | 38,85 | 18,78 | 0,85 | 0,65 |
| Diferença mínima significativa (5%) | | | | | | | | | | |
| DM | -- | -- | 0,1450 | 0,1112 | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| CV (%) | 11,97 | 10,78 | 5,28 | 8,15 | 8,96 | 13,16 | 6,91 | 22,02 | 12,83 | 16,43 |
| CAMADA DE 0,05-0,10 m | | | | | | | | | | |
| Descompactação mecânica do solo (DM) | | | | | | | | | | |
| Sem | 0,18 | 0,14 | 4,75 | 2,68 | 15,80 a | 8,60 a | 38,43 | 22,41 | 0,72 | 0,48 |
| Com | 0,17 | 0,14 | 4,56 | 2,80 | 14,20b | 7,60 b | 35,70 | 17,49 | 0,76 | 0,46 |
| Plantas de cobertura (PC) | | | | | | | | | | |
| POU | 0,17 | 0,14 | 4,61 | 2,81 | 15,50 | 8,13 | 38,85 | 19,38 | 0,78 | 0,44 |
| URO | 0,19 | 0,13 | 4,80 | 2,61 | 15,00 | 7,50 | 38,58 | 21,36 | 0,74 | 0,46 |
| MIL | 0,18 | 0,13 | 4,79 | 2,69 | 14,88 | 8,75 | 34,35 | 19,86 | 0,75 | 0,53 |
| CRO | 0,18 | 0,15 | 4,54 | 2,64 | 14,75 | 8,00 | 38,74 | 20,70 | 0,70 | 0,45 |
| GUA | 0,17 | 0,16 | 4,53 | 2,94 | 14,88 | 8,13 | 34,79 | 18,44 | 0,74 | 0,45 |
| Diferença mínima significativa (5%) | | | | | | | | | | |
| DM | -- | -- | -- | -- | 0,6053 | 0,7768 | -- | -- | -- | -- |
| CV (%) | 10,14 | 20,01 | 4,72 | 10,11 | 6,22 | 14,78 | 9,36 | 20,01 | 18,95 | 22,02 |
| CAMADA DE 0,10-0,20 m | | | | | | | | | | |
| Descompactação mecânica do solo (DM) | | | | | | | | | | |
| Sem | 0,20 | 0,14 | 4,03 | 2,50 | 14,55 | 6,80 | 32,27 a | 15,31 a | 0,53 | 0,26 |
| Com | 0,20 | 0,13 | 4,03 | 2,39 | 12,95 | 6,40 | 29,07 b | 13,16 b | 0,53 | 0,27 |
| Plantas de cobertura (PC) | | | | | | | | | | |
| POU | 0,21 | 0,14 | 4,06 ab | 2,33 | 13,00 | 6,00 | 29,93 ab | 10,09 b | 0,63 | 0,25 |
| URO | 0,20 | 0,12 | 4,28 a | 2,28 | 15,25 | 6,25 | 33,78 a | 12,79 b | 0,58 | 0,30 |
| MIL | 0,20 | 0,13 | 3,96ab | 2,50 | 13,13 | 7,25 | 29,66 ab | 14,39 b | 0,38 | 0,24 |
| CRO | 0,20 | 0,14 | 3,91 b | 2,65 | 14,13 | 6,75 | 33,05 ab | 19,66 a | 0,64 | 0,29 |
| GUA | 0,18 | 0,13 | 3,91 b | 2,45 | 13,25 | 6,75 | 26,91 b | 14,23 b | 0,43 | 0,24 |
| Diferença mínima significativa (5%) | | | | | | | | | | |
| DM | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 3,008 | 2,0315 | -- | -- |
| PC | -- | -- | 0,337 | -- | -- | -- | 6,771 | 4,5736 | -- | -- |
| CV (%) | 9,78 | 18,19 | 5,73 | 9,49 | 7,97 | 22,47 | 15,12 | 22,00 | 22,21 | 36,49 |
| CAMADA DE 0,20-0,40 m | | | | | | | | | | |
| Descompactação mecânica do solo (DM) | | | | | | | | | | |
| Sem | 0,17 b | 0,11 | 2,94 | 1,79 | 9,25 | 5,35 a | 20,10 b | 9,52 | 0,23 | 0,12 |
| Com | 0,19 a | 0,12 | 2,92 | 1,65 | 9,55 | 4,55 b | 22,59 a | 8,47 | 0,20 | 0,13 |
| Plantas de cobertura (PC) | | | | | | | | | | |
| POU | 0,19 | 0,12 | 3,16 | 1,74 | 9,38 | 4,88 | 21,09 | 8,76 | 0,24 | 0,10 |
| URO | 0,19 | 0,10 | 2,96 | 1,59 | 10,38 | 4,75 | 22,43 | 8,41 | 0,20 | 0,13 |
| MIL | 0,17 | 0,13 | 2,51 | 1,74 | 8,75 | 5,38 | 21,05 | 9,29 | 0,16 | 0,11 |
| CRO | 0,18 | 0,11 | 2,98 | 1,94 | 8,88 | 4,75 | 22,31 | 10,84 | 0,28 | 0,13 |
| GUA | 0,17 | 0,13 | 3,04 | 1,59 | 9,63 | 5,00 | 19,84 | 7,66 | 0,18 | 0,15 |
| Diferença mínima significativa (5%) | | | | | | | | | | |
| DM | 0,0127 | -- | -- | -- | -- | 0,5910 | 1,813 | -- | -- | -- |
| CV (%) | 10,86 | 16,78 | 8,82 | 11,99 | 13,64 | 18,40 | 13,09 | 17,56 | 41,49 | 33,13 |

^{ns} não significativo e * significativo ao nível de 5% de significância pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra, para descompactação e PC, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 %. POU-Pousio; URO-Urochloa ruziziensis; MIL-Milheto; CRO-Crotalária; GUA-Guandú;

Tabela 3. Valores médios de massa seca (MS) de parte aérea das plantas de cobertura e produtividade de grãos (PG) do arroz de terras altas, sob irrigação por aspersão, Selvíria, MS, 2012/13 e 2013/14.

| | MS | MS | PG | PG |
|-------------------|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| | 68 DAS | 63 DAS | 2012/13 | 2013/14 |
| | ----- (Mg ha ⁻¹) ----- | ----- (Mg ha ⁻¹) ----- | ----- (kg ha ⁻¹) ----- | ----- (kg ha ⁻¹) ----- |
| | Descompactação mecânica do solo (DM) | | | |
| Sem | 10,00 | 6,19 | 4.539 b | 4.078 |
| Com | 10,38 | 5,94 | 5.091 a | 4.196 |
| | Plantas de cobertura (PC) | | | |
| Pousio | 8,00 | 2,53 | 5.000 b | 3.873 |
| <i>Urochloa</i> | 10,55 | 5,00 | 4.284 c | 4.155 |
| <i>Crotalária</i> | 9,66 | 9,98 | 5.024 b | 4.204 |
| Guandu | 9,72 | 5,96 | 5.614 a | 4.143 |
| Milheto | 13,05 | 10,84 | 4.154 c | 4.309 |
| | DMS (5%) | | | |
| DM | -- | -- | 236,56 | -- |
| PC | -- | -- | 532,60 | -- |
| CV(%) | 7,09 | 9,49 | 7,57 | 7,35 |

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de significância.

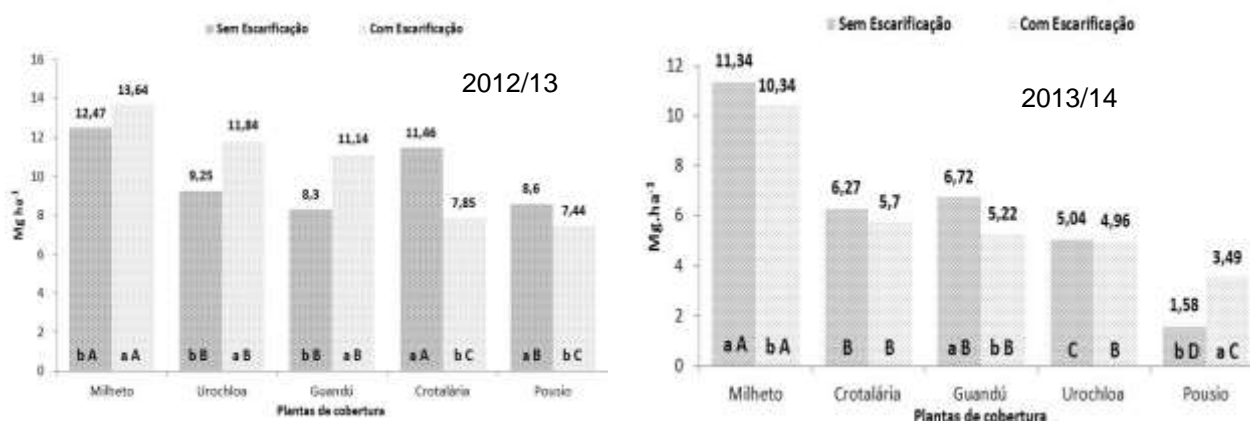


Figura 1. Desdobramento das interações referente a produção de massa seca (MS) da parte aérea das plantas de cobertura (PC), após descompactação mecânica do solo (1º ano) em SPD. Médias seguidas de mesma letra minúscula, para PC dentro de DM (1,05 e 0,84 Mg ha⁻¹), e maiúscula, para DM dentro de PC (1,49 e 1,19 Mg ha⁻¹), não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, CV (%) = 7,09 e 9,49, Selvíria, MS, Brasil, 2012 e 2013.

Conclusões

A descompactação mecânica do solo interferiu no teor de Cu e Mn do solo, na camada de 0,00-0,05 e 0,20-0,40 m. O cultivo antecessor de *Urochloa ruziziensis* em SPD promoveu maior incremento de Fe, Mn e Zn do solo, na camada de 0,00-0,05 m. O cultivo anterior de *Crotalaria juncea* e *Pennisetum glaucum*, independente da escarificação, promoveu maior incremento nos teores de Cu e Mn do solo, na camada de 0,20-0,40 m. O solo escarificado em SPD e o cultivo anterior de *Cajanus cajan* proporcionaram maiores produtividades do arroz, no primeiro ano, todavia não influenciaram na produtividade do arroz no segundo ano.

Agradecimentos

A FAPESP pela bolsa de doutorado ao primeiro autor (PROCESSO N°. 2012/05945-0) e ao CNPq pelo apoio financeiro à pesquisa (CHAMADA UNIVERSAL-MCTI/CNPq N° 14/2013).

Referências

- RAIJ, B. van. et al. (ed.) **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas, SP: Instituto Agronômico Campinas, 2001.
- RAIJ, B. van. et al. (ed.) **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas, SP: [s.n.], 1997. (Boletim Técnico, 100).