

Implicações da escarificação, plantas de cobertura e da gessagem na estrutura de um Latossolo argiloso sob sistema plantio direto e no rendimento de grãos de crambe

Vitor Turra Tozzo¹, Deonir Secco^{1,2}, Luciene Kazue Tokura², Luiz Antônio Zanão Júnior², Bruna de Villa², Lucas da Silveira², Claudia Borgmann²

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Curso de Engenharia Agrícola. Rua Universitária 2069, Jardim Universitário, CEP 85819-110, Cascavel – PR.

²Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Energia na Agricultura. Rua Universitária, n. 2069, CEP: 85.819-110, Jardim Universitário, Cascavel, PR.

Email autor correspondente: bruna.devilla.58@hotmail.com

Artigo enviado em 27/04/2019, aceito em 05/09/2019.

Resumo: O objetivo do trabalho foi o de avaliar o efeito da escarificação do solo, do uso de plantas de cobertura e da aplicação do gesso agrícola na estrutura do solo e no rendimento de grãos de crambe. O experimento foi conduzido na área experimental do IAPAR, localizada em Santa Tereza do Oeste/PR com parcelas de 25 x 20 m. O solo é classificado como um Latossolo Vermelho Distroférico típico, relevo suave-ondulado, substrato basalto. O clima da região é cfa, subtropical mesotérmico húmido, de acordo com a classificação de Koppem. Os tratamentos foram os seguintes: T1: Plantio direto com solo escarificado (PDSE); T2: Plantio direto com rotação de aveia preta + nabo forrageiro (*Avena strigosa* Schreb. + *Raphanus sativus* L.) (PDRA+N); T3: Plantio direto com aplicação de gesso agrícola (PDSG) e T4: Plantio direto tradicional (PDT-Testemunha). Avaliou-se a densidade de solo; microporosidade; macroporosidade; porosidade total; condutividade hidráulica de solo saturado, nas camadas de 0-10; 10-20 e 20-30 cm. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso. A análise estatística constou de análise de variância e as médias de tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. A escarificação, o uso de plantas de cobertura e a aplicação do gesso agrícola não proporcionaram alterações significativas na estrutura do solo, possivelmente devido ao pouco tempo de avaliação destas práticas de manejo. O rendimento de grãos do crambe não foi afetado significativamente pelos tratamentos avaliados em virtude do bom estado estrutural do solo evidenciado no tratamento testemunha.

Palavras-chave: plantio direto, *Crambe abyssinica*, estrutura física do solo

Implications of chiseling, cover crops and grazing on the structure of a Oxisol under no-tillage system and yield of grains of crambe

Abstract: The objective this work was to evaluate the effect of soil scarification, the use of cover crops and the application of agricultural gypsum on soil structure and yield of crambe grains. The experiment was conducted in the experimental area of IAPAR, located in Santa Tereza do Oeste / PR with plots 25 x 20 m plots. The soil is classified as a typical Distroferric Red Latosol, smooth-wavy relief, basalt substrate. The climate of the region is cfa, mesothermal humid subtropical, according to the classification of

Koppem. The following treatments: T1: No-tillage system with scarified soil (NTSS); T2: No-tillage system with black oats + cultivated radish (*Avena strigosa* Schreb. + *Raphanus sativus* L.) (NTSO+R); T3: No-tillage system with plastered soil (NTSP); T4: Traditional no-tillage (TNT). It was evaluated soil density; microporosity; macroporosity; total porosity; hydraulic conductivity of saturated soil, in the layers of 0-10; 10-20 and 20-30 cm. The experimental design was completely randomized. The statistical analysis consisted of analysis of variance and the averages of treatments were compared by Tukey test at 5% of significance. The scarification system, the use of cover crops and the application of agricultural gypsum did not provide significant changes in soil structure, possibly due to the short evaluation time of these management practices. The grain yield of the crambe was not affected significantly by the evaluated treatments due to the good structural state of the soil evidenced in the control treatment.

Key words: no-tillage system, *Crambe abyssinica*, soil physical structure.

Introdução

O crambe (*Crambe abyssinica*) é uma cultura da família *Brassicaceae*, originária da região do Mediterrâneo e com relatos de ocorrência de algumas espécies na Etiópia (WEISS, 2000). Suas sementes produzem óleo com qualidade superior a outras plantas, devido a presença de ácidos graxos monoinsaturados, o que favorece o armazenamento. O óleo de crambe é também um hidrocarboneto de alto valor calorífico, tendo ponto de ignição baixo, e alta taxa de cetano, e boas qualidades de lubrificação (FAVARO et al., 2010). Pode ainda ser utilizado para substituir total ou parcial os combustíveis de origem fóssil (BRASIL, 2005).

Porém a cultura do crambe é suscetível a diversos fatores que inibem o seu desenvolvimento, podendo ter sua produtividade afetada. Como por exemplo o alumínio que pode inibir o crescimento do sistema radicular. Assim como o alumínio a compactação também limita o crescimento radicular das plantas e, ao mesmo tempo, diminuem a disponibilidade de água e oxigênio no solo (BROCH e ROSCOE, 2010).

Afim de reduzir os efeitos negativos que estes fatores podem provocar no desenvolvimento da cultura do crambe, existem algumas alternativas possíveis, como por exemplo, o uso de técnicas como escarificação do solo que tem por objetivo aumentar a porosidade do solo, reduzindo sua densidade ao mesmo tempo em que rompe camadas superficiais incrustadas e camadas subsuperficiais adensadas. Todavia estudos de que o efeito do escarificador, em geral é por um tempo curto (VEIGA et al., 2007; SILVA et al., 2012), e a utilização de rotação de culturas com plantas recuperadoras de tal forma seria o mais recomendado para evitar e/ou melhorar a qualidade física do solo (MORAES, 2016).

Assim sendo a rotação de cultura, juntamente com a cobertura permanente e o mínimo revolvimento do solo, compõem os princípios básicos do sistema plantio direto (SPD). Portanto, a rotação de culturas com espécies de cobertura denominadas de “recuperadoras” de estrutura é de suma importância para não acarretar o surgimento de alterações indesejáveis de ordem química, física e biológica no solo (FRANCHINI et al., 2011), que

juntamente com a aplicação de gesso agrícola pode neutralizar o efeito tóxico do alumínio, podendo assim melhorar as condições para um melhor desenvolvimento radicular da cultura.

Assim, o objetivo deste trabalho foi o de avaliar o efeito da escarificação do solo, do uso de plantas de cobertura e da aplicação do gesso agrícola na estrutura do solo e no rendimento de grãos de crambe.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na estação experimental do IAPAR no município de Santa Tereza do Oeste - Paraná sob as coordenadas 25°05'22.2" S e 53°35'27.6" W. em uma área com aproximadamente 2 ha. O projeto de pesquisa teve início em 2014, onde anterior ao cultivo de crambe a área foi cultivada com a cultura da soja. O presente estudo foi conduzido na safra de 2017, onde os atributos físicos do solo foram avaliados antes (após a colheita da soja) e após o cultivo do crambe.

Os tratamentos consistiram em: T1 - plantio direto com solo escarificado a cada três anos (PDSE); T2 - T2: Plantio direto com rotação de aveia preta + nabo forrageiro (*Avena strigosa* Schreb. + *Raphanus sativus* L.) (PDRA+N); T3 - plantio direto com aplicação de gesso a cada três anos (PDSG); T4 - plantio direto tradicional (PDT). A primeira aplicação de gesso foi realizada com 3 t ha⁻¹ de gesso. A escarificação de solo a 35 cm de profundidade. Anterior à semeadura da cultura de crambe, a área foi cultivada com soja e plantas

de cobertura de verão na área de experimento.

Após a colheita da soja, e do crambe, foram coletadas amostras de solo, nas camadas de 0-10; 10-20 e 20-30 cm em cada tratamento para a determinação da densidade de solo (Ds), densidade de partícula (Dp), porosidade total (PT), microporosidade (Micro), macroporosidade e (Macro) e condutividade hidráulica do solo saturado (Ksat), de acordo com metodologia preconizada pela EMBRAPA (1997).

As amostras foram coletadas em dois pontos aleatórios por tratamento em que foram retiradas amostras pareadas nas camadas de 0-10 cm; 10-20 cm 20-30 cm de profundidade.

O crambe foi semeado na segunda quinzena do mês de maio de 2017, com uma semeadora adubadora, com espaçamento entre linhas de 0,34 m, e 15 kg ha⁻¹ de sementes. A colheita foi realizada na segunda quinzena setembro de 2017, numa área de 6 m², sendo 3 linhas de 6 m de comprimento por 1 m de largura realizada com colhedora Wintersteiger com 4 repetições em cada tratamento. A avaliação do rendimento dos grãos de crambe foi calculado em kg ha⁻¹ e corrigido a 13 % de umidade.

Para a análise dos resultados considerou-se o delineamento experimental inteiramente ao acaso e realizou-se a análise de variância (ANOVA) e as médias de tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de significância.

Resultados e Discussão

Os valores médios dos atributos físicos do solo em função

das alterações de manejo nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm, podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios da densidade do solo (DS), microporosidade, macroporosidade, porosidade total (PT) e condutividade hidráulica do solo saturado (Ksat), nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm antes (An) e após (Ap) o cultivo do crambe

Trat.	DS (Mg m ⁻³)		Micro (%)		Macro (%)		PT (%)		Ksat (mm h ⁻¹)	
	An	Ap	An	Ap	An	Ap	An	Ap	An	Ap
Camada 0-10 cm										
PDSE	1,02 Aab	1,11 A	42,6	42,73	18,3 Aa	13,5 B	60,9 A	56,2 B	100,4 A	36,6 A
PDRA+N	1,12 Aa	1,03 A	43,2	42,71	13,9 Ab	16,7 A	57,1 A	59,4 A	18,1 A	47,7 A
PDSG	0,99 Bb	1,11 A	43,8	42,96	18,1 Aa	13,0 B	62,0 A	56,0 B	146,3 A	12,8 B
PDT	1,06 Aab	1,08 A	44,4	43,53	14,8 Aab	13,8 A	59,3 A	57,4 A	38,7 A	38,2 A
Média	1,06		43,2		15,3		58,5		61,1	
CV (%)	6,12		5,2		13,2		4,7		116,5	
Camada 10-20 cm										
PDSE	1,05	1,05	41,5 B	45,3 Aa	18,4 A	13,6 B	60,0	59,0	52,1	17,9
PDRA+N	1,14	1,06	39,7 A	41,3 Aab	16,8 A	17,1 A	56,5	58,4	27,3	77,4
PDSG	1,09	1,04	40,7 A	43,4 Aab	17,9 A	16,0 A	58,7	59,4	20,1	35,2
PDT	1,14	1,12	41,9 A	40,7 Ab	14,7 A	15,5 A	56,6	56,2	23,5	62,2
Média	1,08		41,8		16,2		58,1		39,5	
CV (%)	5,26		5,5		12,9		3,5		90,0	
Camada 20-30 cm										
PDSE	1,05	1,07	43,9	46,2	17,3 A	14,0 Bb	61,3	60,2	29,8	5,6 b
PDRA+N	1,07	1,05	44,8	42,8	15,4 A	18,2 Aa	60,2	61,0	24,0	50,8 a
PDSG	1,06	1,06	41,8	45,3	18,8 A	15,5 Bab	60,6	60,8	35,9	14,0 b
PDT	1,11	1,10	41,2	41,4	17,6 A	17,9 Aab	58,8	59,3	16,8	29,2 ab
Média	1,07		43,4		16,8		60,32		25,8	
CV (%)	5,64		6,3		12,5		3,71		117,0	

S: Soja; C: Crambe; PDSE: Plantio Direto com Solo Escarificado; PDRA+N: Plantio Direto com Rotação de Aveia preta + nabo forrageiro; PDSG: Plantio Direto com Solo Gessado; PDT: Plantio Direto Tradicional. Médias de tratamentos seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de significância. CV: coeficiente de variação; DMSL: diferença mínima significativa na linha; DMSC: diferença mínima significativa na coluna.

Os valores dos atributos físicos do solo densidade e microporosidade na camada de 0-10 cm foram superiores antes do cultivo do crambe (após a soja) quando comparados aos valores após o cultivo do crambe. Secco et al. (2005)

em um Latossolo Vermelho Distrófico com rotação de soja, milho e trigo afirmam que os valores da Ds, nas camadas de 0-7, 7-14 e 14-21 cm foram superiores nos tratamentos de plantio direto e plantio direto com solo escarificado a cada três anos,

enquanto a PT e Macro apresentaram comportamento inverso.

Os valores de Ds e Macro obtidos nas três camadas do solo após o cultivo de crambe ficaram entre 1,03 e 1,12 Mg m⁻³ e 13,0 a 18,2 %, respectivamente. Os valores de densidade são considerados dentro dos limites propostos por Reichert et al. (2007) e Reinert et al. (2001) que consideram DS crítica acima de 1,35 a 1,40 Mg m⁻³.

Os resultados obtidos após o cultivo do crambe demonstram que a PT ficou entre 56,0 a 61,0 %, considerando então, valores ótimos para obter uma boa produção agrícola. De acordo com Andrade e Stone (2009), um solo considerado ideal para uma produção agrícola deve apresentar valores próximos de 50 %.

Após o cultivo da cultura do crambe houve diferença entre os tratamentos nos parâmetros de Ksat na camada 20-30 cm, sendo que os tratamentos do PDSE e PDSG apresentaram valores inferiores ao PDRA+N.

A Ksat é um parâmetro muito influenciado pela presença de bioporos, raízes, galerias feitas por insetos, entre outros, pois a densidade de fluxo que passa por um poro é proporcional ao quadrado de

seu diâmetro, e por essas razões muitas vezes se obtém valores discrepantes para a Ksat. Neste sentido, devido aos altos valores de CV, a Ksat é um parâmetro pouco confiável para expressar a qualidade física do solo (MESQUITA; MORAES, 2004). Com isso, não é recomendado tirar conclusões do estado físico do solo apenas com este parâmetro, deve-se analisar o conjunto. De acordo com Mesquita e Moraes (2004), há a necessidade de um maior número de amostras para contemplar a variabilidade desta variável para obter conclusões com maior grau de confiabilidade.

Antes do cultivo do crambe não houve diferença significativa para a Micro entre os tratamentos avaliados. Já após o cultivo do crambe a Micro na camada 10-20 cm no tratamento PDT foi inferior ao PDSE. Nicoloso et al. (2008) com a cultura da aveia, também encontraram resultados favoráveis de Micro em um solo escarificado na camada de 0-20 cm em relação ao sistema plantio direto.

Na Tabela 2, encontram-se os valores de rendimento de grãos de crambe em função das alterações de manejo no sistema plantio direto.

Tabela 2. Rendimento dos grãos de crambe em função das alterações de manejo no sistema plantio direto

Tratamentos	Rendimento dos grãos (kg ha ⁻¹)
PDSE	1282
PDRA+N	1154
PDSG	769
PDT	1189
Média	1098
CV (%)	31,3

PDSE: Plantio Direto com Solo Escarificado; PDRA+N: Plantio Direto com rotação de aveia preta + nabo forrageiro; PDSG: Plantio Direto com Solo Gessado; PDT: Plantio Direto Tradicional. Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de significância.

O rendimento de grãos do crambe não foi afetado pelos tratamentos. No sistema PDSG não atingiu a média de produção proposta por Pitol et al. (2010) de 1000 a 1500 kg ha⁻¹. Já o PDT, PDRA+N e PDSE apresentaram produção de 1189, 1154 e 1282 kg ha⁻¹ respectivamente.

Conclusão

A escarificação, o uso de plantas de cobertura e a aplicação do gesso agrícola não proporcionaram alterações significativas na estrutura do solo, possivelmente devido ao pouco tempo de avaliação destas práticas de manejo.

O rendimento de grãos do crambe não foi afetado significativamente pelos tratamentos avaliados em virtude do bom estado estrutural do solo.

Referências

ANDRADE, R.S.; STONE, L.F.; SILVEIRA, P.M. Culturas de cobertura e qualidade física de um Latossolo em plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 4, ago., 2009.

BRASIL. Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005. **Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel e sobre a Adição de Biodiesel ao Óleo Diesel**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em 12 de agosto de 2017.

BROCH, D. L.; ROSCOE, R. Fertilidade do solo, adubação e nutrição do crambe. In: FUNDAÇÃO MS. **Tecnologia e produção: Crambe 2010**. Maracajú: FUNDAÇÃO MS, v. 1, p. 22-36, 2010.

DA COSTA, M. J.; JUNIOR E. J. T.; ROSA, Y. N. C. J.; DE SOUZA, L. C. F.; ROSA, C. B. J. Atributos químicos e físicos de um Latossolo sendo influenciados pelo manejo do solo e efeito da gessagem. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 29; supl., p. 701-708, 2007.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**, 1997. Disponível em <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Manual+de+Metodos_000fzvhotqk02wx5ok0q43a0ram31wtr.pdf> Acesso em: 25 ago. 2017.

FAVARO, S. P.; ROSCOE, R.; DELMONTES, A. M. A.; MENDONÇA, B. P. C.; SOUZA, A. D. V. de. Produtos e co-produtos. **Tecnologia e produção: crambe 2010**. Maracajú: FUNDAÇÃO MS, v.1, p. 48-51, 2010.

FRANCHINI, J. C.; COSTA, J. M.; DEBIASI, H.; TORRES, E. Importância da rotação de culturas para a produção agrícola sustentável no Paraná. **Embrapa Soja, Londrina**, 2011.

MESQUITA, M. G. B. F.; MORAES, S. O. A dependência entre a condutividade hidráulica saturada e atributos físicos do solo. **Ciência Rural**, v. 43, p. 963-969, 2004.

MORAES, M. T., DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; SILVA, V. R. da. **Benefícios das plantas de cobertura sobre as propriedades físicas do solo**. p. 34-48, 2016.

NICOLOSO, R. S.; AMADO, T. J. C.; SCHNEIDER, S.; L. M. E.; GIRARDELLO, V. C.; BRAGAGNOLO, J. Eficiência da escarificação mecânica e biológica na melhoria dos atributos físicos de um

latossolo muito argiloso e no incremento do rendimento de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 1723-1734, 2008.

PITOL, C.; ROSCOE, R. Introdução e melhoramento do crambe no Brasil. In: FUNDAÇÃO MS. **Tecnologia e produção**: crambe 2010. Maracajú: FUNDAÇÃO MS, p. 4-6, 2010b.

REICHERT, J. M.; SUZUKY, L. E. A. S.; REINERT D. J. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: Identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. In: CERETTA, C. A.; SILVA, L. S.; REICHERT, J. M. Tópicos em Ciência do Solo, Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v.5, p.49-134, 2007.

REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; SILVA, V. R. Propriedades físicas de solos em sistema plantio direto irrigado. In: CARLESSO, R.; PETRY, M. T.; ROSA, G. M.; CERETTA, C. A. orgs. **Irrigação por aspersão no Rio Grande do Sul**. Santa Maria, Palloti, 2001. v.1, p. 114-133.

SECCO, D.; DA ROS. C. O.; KOEFENDER SECCO, J.; FIORIN, J. E. Atributos físicos e produtividade de culturas em um latossolo vermelho argiloso sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 29, num. 3, p. 407-414 Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005.

SILVA, S. G.; SILVA, A. P.; GIAROLA, N. F. B.; TORMENA, C. A.; SÁ, J. C. M. Temporary effect of chiseling on the compactation of a Rhodic Hapludox under no-tillage, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 2, p. 547-555, 2012.

VEIGA, M.; HORN, R.; REINERT. D. J.; REICHERT, J. M. Soil compressibility and penetrability of an Oxisol from southern Brazil, as affected by long-term tillage systems. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 92, n. 1-2, p. 104-113, 2007.

WEISS, E. A. **Oilseed crops**. London: Blackwell Science, 2000. 364p.