

Propriedades físicas do solo após implantação de plantas de cobertura de inverno em um latossolo argiloso

Rodrigo Martendal Medeiros¹ e Helton Aparecido Rosa²

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do uso de plantas de cobertura de inverno, nos atributos físicos do solo e verificar quais espécies de cobertura são mais propícia para melhorar o estado estrutural do solo. O experimento foi conduzido na fazenda escola do Centro Universitário Assis Gurgacz em Cascavel-PR. Plantada dia 17 de maio de 2016, utilizando o delineamento em blocos casualizados, com 4 tratamentos e 5 repetições. Os tratamentos implantados no experimento foram: T0- testemunha, T1- Aveia Preta, T2- Nabo Forrageiro, T3- Azevem Comum. As parcelas experimentais foram constituídas de 7x5m cada. Os parâmetros avaliados foram: densidade do solo, a resistência do solo, a penetração e porosidade total (macro e microporos). A análise estatística consistiu de análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste tukey, a 5% de significância, com auxílio do software Assistat. Os resultados obtidos demonstram que os valores de densidade de solo e porosidade no tratamento T2 – Nabo forrageiro foram estatisticamente superiores aos obtidos pelos demais tratamentos. Não houve diferença entre os tratamentos quando comparados os valores de microporosidade, e macroporosidade do solo. Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que o nabo forrageiro apresentou valores significativos na profundidade de 20 a 30 cm para densidade do solo e porosidade.

Palavras-chave: Densidade do solo, Porosidade total, Conservação do solo.

Soil physical properties after implantation of winter cover crops in a brotad clay soil

Abstract: The objective is to evaluate the effect of the use of winter cover crops on soil physical properties and check what cover crops are more favorable for improving the structural condition of the soil. The experiment is being conducted at the farm school Assis Gurgacz University Center in Cascavel-PR. Planted May 17, 2016, using a randomized block design, with 4 treatments and 5 repetitions. T0- control, T1- Oat Black, T2- Forage Turnip, T3- Common Holly, with you experience portions of 7x5m². The evaluated parameters are: bulk density, soil resistance, penetration and total porosity (macro and micropores). Statistical analysis consisted of analysis of variance and the averages of the treatments will be compared by Tukey test at 5% significance, with the aid of software Assistat. The results obtained show that the values of soil density and porosity in T2 - Fodder turnip treatment were statistically higher than those obtained by the other treatments. There was no difference between the treatments when compared the values of microporosity, and macroporosity of the soil. Based on the results obtained, it can be concluded that forage turnip presented significant values in the depth of 20 to 30 cm for soil density and porosity.

Key words: Soil density, total porosity , soil conservation .

¹Acadêmico do Curso de Agronomia do Centro Universitário Assis Gurgacz – PR. rodrigo.martendal@hotmail.com

²Engenheiro Agrícola – Professor do Curso de Agronomia do Centro Universitário Assis Gurgacz – PR. helton.rosa@hotmail.com

Introdução

O plantio direto (SPD) é muito importante, pois o que sobra de culturas anteriores, transforma-se em um adubo natural, ajudando muito nas culturas que serão implantadas posteriormente, e consecutivamente com isso diminui a quantidade de químicos que serão utilizados neste solo e também melhorar a estrutura do solo, diminuindo a compactação do solo por causa das raízes que ajudam na descompactação do solo por causa da passagem de água, e contribuindo assim com maior armazenamento de nutrientes (EMBRAPA, 2007).

Cada vez mais o SPD direto vem ganhando mais espaço, por causa da manutenção e melhorias na qualidade do solo, sendo um dos melhores avanços na produção brasileira, que surgiu mais para controlar a erosão e a passagem hídrica no solo, causados pelo plantio direto (DAHLEM, 2013).

Conforme Fabian (2009) a implantação do sistema SPD no Brasil começou a ser implantado no sul na década de 70, sendo o sul o pioneiro da utilização desse sistema, com a intenção de diminuir a erosão do solo

O SPD reduz a perda de solo, mas também temos que pensar na compactação do solo por causa do tráfego de máquinas e da acomodação natural das partículas. (TORMENA *et al.*, 2007)

Quando utilizamos o solo para fins agrícolas, ocorrem grandes alterações na sua estrutura, afetando as propriedades físico-hídricas, e também a água retida que será utilizada pelas plantas. (KLEIN e CAMARA, 2007) Cada vez mais vem aumentando a degradação do solo, tanto física como química por causa da falta de manejo necessário que o solo precisa (ALBUQUERQUE *et al.*, 2002).

A principal baixa de produtividade tem acontecido por causa da erosão e redução dos níveis de matéria orgânica tem e com isso a proteção com coberturas vivas ou mortas tem ajudado nesse controle. (PERIN, 2002)

O uso exagerado da terra, pensando só em extrair e não de devolver seus nutrientes, causa o aumento do processo de degradação do solo, bem como dos nutrientes presentes no solo, e também seus atributos físicos e químicos, sendo cada vez mais preciso a utilização de fertilizantes agrícolas (WOLSCHICK, 2014)

Plantas de cobertura, auxiliam na drenagem do solo, no aumento de macro e microporosidade e na infiltração por causa de bioporos deixados pelas raízes em decomposição, deixando o solo mais protegido e também evitando a erosão e com tudo tendo mais matéria orgânica, e a palhada deixada por essas plantas e somada aos resíduos das culturas comerciais, cria um ambiente extremamente favorável ao crescimento vegetal, e

assim contribuindo para a recuperação das propriedades físicas do solo (ALVARENGA, 2001).

Essas culturas utilizadas como cobertura do solo, tem um papel muito importante, que é a melhoria nas qualidades físicas e químicas do solo, porque elas podem dar proteção as variações de temperatura, próximo a temperatura. A escolha dessas plantas de cobertura e muito importante, tem que ser plantas com rápido crescimento inicial, sistema radicular profundo e volumoso, com produção de massa elevada, para a cobertura do solo, e baixa taxa de decomposição (SANCHES, 2012)

A manutenção e recuperação do solo, pode ser obtida através de algumas praticas de manejo, e com a implantação da rotação de cultura, com a escolha de espécies com elevada produção de biomassa, reduzindo assim os impactos obtidos no solo por causa da utilização do plantio direto. (CUBILLA *et al.*, 2002)

A utilização de plantas com crescimento rápido e agressivo, tendem agir na recuperação de solo fisicamente degradados, e os métodos mais utilizados para retirar essas camadas compactadas é com a utilização de subsoladores. (SILVA e ROSOLEM, (2001)

Desta forma, objetiva-se neste estudo avaliar os efeitos positivos da implantação de plantas de cobertura nas propriedades físicas do solo, buscando melhorar suas qualidades.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Escola, do Centro Universitário Assis Gurgacz – FAG, na cidade de Cascavel região Oeste do estado do Paraná, com as coordenadas geográficas de latitude 24°56'29,24" S e de longitude 53°30'34,84" O, com altitude média de 700 m, clima subtropical chuvoso, com precipitação média anual de 1971 mm e temperatura média anual de 19,6°C. Solo classificado como Latossolo Vermelho Eutroferico (LVE), com 70 a 80% de argila (EMBRAPA, 2006).

A semeadura aconteceu no dia 17 de maio de 2016. Foram utilizando 3 plantas de cobertura, mais testemunha, sendo: T0 testemunha, T1- Aveia Preta, T2 -Nabo Forrageiro, T3- Azevem Comum, distribuídas em 5 blocos com 4 tratamentos cada, e cada parcela de 35m. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados.

O experimento foi dessecado dia 13/09/2016 e no dia 16/09/2016 foi passado o rolo faca, e depois de um período para decomposição das raízes, foram coletadas amostras indeformadas para avaliar a densidade do solo, espaço poroso (macroporos e microporos) (EMBRAPA, 1997).

Foram selecionados, aleatoriamente, na entrelinha da cultura, 12 pontos de amostragem para cada tratamento. Em cada ponto de amostragem, foram retiradas cinco amostras, nas camadas de 0,0-0,10; 0,10-0,20 e 0,20-0,30 cm. As amostras foram coletadas em anéis volumétricos de aço inox (0,05 m de diâmetro e altura), utilizando um dispositivo eletromecânico que elimina a aplicação de percussão durante a amostragem do solo (FIGUEIREDO, 2010). As amostras após a coleta, foram acondicionadas em filmes de PVC e mantidas em temperatura de 5 °C até serem processadas.

A microporosidade foi obtida a partir do volume de água retida nas amostras indeformadas de solo submetidas à tensão de -5 kPa. A macroporosidade foi calculada pela diferença entre a porosidade total e a microporosidade (EMBRAPA, 1997).

A análise estatística consistiu de análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste tukey, a 5% de significância, com auxílio do software ASSISTAT®.

Resultados e discussão

Os resultados da densidade do solo estão apresentados na tabela 1. Nos resultados para a densidade do solo nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm não foram encontradas diferenças significativas. Na camada com profundidade 20-30 cm analisada observou-se que a profundidade do nabo forrageiro, apresentou o maior valor de densidade do solo, diferindo-se dos demais tratamentos, as menores médias foram apresentadas pelos demais tratamentos.

Tabela 1- Densidade do solo em três profundidades referentes a diferentes tratamentos com plantas de cobertura e testemunha, valores expressos em g.cm⁻³.

Tratamentos	Profundidades		
	0 - 10 cm	10 - 20 cm	20 - 30 cm
T0 testemunha	1,09 a	1,09 a	1,06 b
T1 azevem	1,05 a	1,10 a	1,10 b
T2 nabo	1,10 a	1,07 a	1,18 a
T3 aveia preta	1,07 a	1,11 a	1,07 b
DMS	0,12	0,14	0,05
CV %	5,92	6,93	2,40

Médias de tratamentos seguidas por letras distintas na coluna diferem pelo Teste tukey a 5% de significância. Cv= Coeficiente de variação; DMS= Diferença Mínima Significativa.

Os Coeficientes de variação dos tratamentos deste experimento são considerado de alta precisão para o experimento. Pimentel Gomes (2000) classifica os coeficientes de variação como: menor ou igual a 10% baixo que apresenta baixa dispersão dos dados, para coeficiente entre 10% e 20% valores médios representam média dispersão dos dados, para valores de CV

(%) com valores entre 20% e 30% alto alta dispersão dos dados maior do que 30% muito alto dispersão dos dados muito alta

Resultados semelhantes a este trabalho foram encontrados por Silveira-Junior *et al.* (2012) que verificando o efeito das plantas de cobertura de inverno e escarificação nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico, textura argilosa, após 16 anos em sistema plantio direto, observaram em seus resultados que não houve diferença significativa entre os valores de Ds medidos numa mesma camada de solo. Os autores observaram também que não ocorreu melhoria significativa na Ds na camada superficial do solo (0,0-0,1 m) após o uso do nabo forrageiro, devido ao grande diâmetro de sua raiz principal.

Flores *et al.*, (2008), ressalta que a utilização das culturas estudadas neste experimento é comum entre os produtores, observa-se que o nabo forrageiro apresentou elevadas produções de biomassa vegetal seca, colocando esta cultura como a melhor em produtividade, e a cultura da aveia com destaque na produção de biomassa seca de raízes. Esta grande quantidade de biomassa vegetal seca (parte aérea) virá a compor o carbono orgânico do solo aumentando o teor de matéria orgânica na camada superficial e elevando a estabilidade de agregados.

Valicheski *et al.* (2012), observam que como o nabo forrageiro é uma planta com sistema radicular tuberoso, a elevada resistência do solo a penetração, principalmente nos níveis mais intenso de tráfego, irá restringir o desenvolvimento das raízes das culturas em sucessão resultando, assim, em menor volume de solo explorado e, conseqüentemente, em menor quantidade de nutrientes absorvida e menor desenvolvimento da parte aérea. No caso da aveia preta, que possui sistema radicular fasciculado, o que permite o desenvolvimento das raízes em pequenas fissuras, permitindo desta maneira uma maior exploração do volume de solo e em conseqüência resultando, um maior desenvolvimento da parte aérea das próximas culturas.

Silva (2011), ressalta que o comportamento da densidade do solo é altamente influenciado pelo manejo adotado. A autora observa ainda que maiores valores de densidade do solo são encontrados no plantio direto em comparação com o sistema convencional, este fato ocorre por conseqüência da menor mobilização do solo no sistema de plantio direto, onde a camada compactada se encontra principalmente na profundidade de 0-20cm.

Avaliando o efeito da compactação subsuperficial do solo, Silva e Rosolem (2001), observaram que o crescimento radicular de seis espécies utilizadas como cobertura em sistemas de semeadura direta (aveia preta, guandu, milheto, mucuna preta, sorgo granífero e tremoço azul) não demonstrou significância para os estados de compactação impostos em

subsuperfície (15,0 a 18,5 cm) desta maneira não impediram o crescimento de raízes das espécies utilizadas, o que indica que em solos arenosos a densidade crítica para essas espécies é superior a $1,6 \text{ Mg m}^{-3}$.

Na tabela 2 é apresentado os valores para as médias obtidas na avaliação da porosidade do solo em profundidades em função dos diferentes tratamentos com plantas de cobertura. Nota-se que os valores obtidos para as profundidades 0-10 e 10-20 cm não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos testados. Na profundidade 20-30 cm as medias de porosidade do solo apresentou diferença significativa, o tratamento 3 utilizando o nabo forrageiro demonstrou a menor média entre os tratamentos, as maiores médias foram apresentadas pelos demais tratamentos. Os coeficientes de variação apresentaram valores de baixa dispersão dos dados do experimento, segundo a classificação de Pimentel Gomes (2000).

Tabela 2- Médias obtidas na avaliação da porosidade do solo em três profundidades referentes a diferentes tratamentos com plantas de cobertura e testemunha, valores expressos em porcentagem (%).

Tratamentos	Profundidades		
	0 - 10 cm	10 - 20 cm	20 - 30 cm
T0 testemunha	59,03 a	58,76 a	59,83 a
T1 azevem	60,33 a	58,54 a	58,29 a
T2 nabo	58,54 a	59,45 a	55,19 b
T3 aveia preta	59,55 a	57,81 a	59,42 a
DMS	4,56	5,28	1,95
CV %	4,09	4,80	1,75

Médias de tratamentos seguidas por letras distintas na coluna diferem pelo Teste Tukey a 5% de significância. Cv= Coeficiente de variação; DMS= Diferença Mínima Significativa.

Observa-se na tabela 3 as médias obtidas para microporosidade do solo em três profundidades referentes a diferentes tratamentos com plantas de cobertura e testemunha, nota-se que os valores das médias obtidas não demonstraram significância entre os tratamentos testados.

Tabela 3- Médias obtidas para Microporosidade do solo em três profundidades referentes a diferentes tratamentos com plantas de cobertura e testemunha, valores expressos em porcentagem (%).

Tratamentos	Profundidades		
	0 - 10 cm	10 - 20 cm	20 - 30 cm
T0 testemunha	44,66 a	44,50 a	45,94 a
T1 azevem	47,36 a	44,17 a	41,86 a
T2 nabo	55,10 a	43,31 a	44,58 a
T3 aveia preta	44,56 a	43,57 a	46,54 a
DMS	18,99	3,7	7,15
CV %	21,10	4,49	8,51

Médias de tratamentos seguidas por letras distintas na coluna diferem pelo Teste Tukey a 5% de significância. Cv= Coeficiente de variação; DMS= Diferença Mínima Significativa.

Estes resultados diferem dos encontrados por Mumbach et al. (2012), que observaram que nos três tratamentos avaliados (sob Plantio Direto-PD, escarificação do solo –ESC e um ano após a escarificação (1-ESC), a microporosidade apresentou elevação com a profundidade, fato este que pode ocorrer devido o maior acúmulo de argila nestas camadas. Os autores ressaltam ainda que um ano após a intervenção, constatou-se que a microporosidade tendeu a apresentar as condições encontradas antes da escarificação, os autores observam que este resultado pode ser explicado pela ocorrência de um adensamento das partículas de solo condicionado pelas condições climáticas, crescimento radicular de plantas e pelo tráfego de máquinas.

Na tabela 4 é apresentado as médias para macroporosidade do solo em três profundidades e cinco diferentes tipos de plantas de cobertura. Observou-se nos resultados que os tratamentos testados não diferiram significativamente entre si nas três profundidades e nos cinco tratamentos testados.

Tabela 4- Médias obtidas para Macroporosidade do solo em três profundidades referentes a diferentes tratamentos com plantas de cobertura e testemunha, valores expressos em porcentagem (%).

Tratamentos	Profundidades		
	0 -10 cm	10 - 20 cm	20 - 30 cm
T0 testemunha	14,37 a	14,27 a	13,76 a
T1 azevem	12,97 a	14,36 a	14,06 a
T2 nabo	17,07 a	16,13 a	10,61 a
T3 aveia p	14,99 a	14,23 a	12,88 a
DMS	12,91	5,94	3,47
CV %	46,30	21,46	14,41

Médias de tratamentos seguidas por letras distintas na coluna diferem pelo Teste tukey a 5% de significância. Cv= Coeficiente de variação; DMS= Diferença Mínima Significativa.

Giarola, Tormena e Dutra (2007) quantificando os atributos físicos e morfológicos do solo para reconhecer e identificar a degradação física de um Latossolo Vermelho cultivado com a forrageira Tifton 85 (*Cynodon* spp), observaram nos resultados do seu estudo que ocorreu a redução nos macroporos, como tendo grande efeito sobre o desenvolvimento radicular das plantas por imprimir ao solo condições de baixa aeração.

Conclusão

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que o nabo forrageiro apresentou valores significativos na profundidade de 20 a 30cm para densidade do solo e porosidade. Os demais tratamentos não foram significativos para as variáveis e tratamentos testados.

Referências

- ALBUQUERQUE, A. W; LOMBARDI NETO, F; SRINIVASAN, V.S; SANTOS, J. R. Manejo da cobertura do solo e de práticas conservacionistas nas perdas de solo e água em Sumé, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 06, n. 01, p. 136-141, 2002.
- ALVARENGA, R. **Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto**. Belo Horizonte, 2001.
- CUBILLA, M.; REINERT, D.J.; AITA, C. & REICHERT, J.M. Plantas de cobertura do solo: uma alternativa para aliviar a compactação em sistema plantio direto. **R. Plantio Direto**, 71:29-32, 2002.
- DAHLEM, A. **plantas de cobertura de inverno em sistemas de produção de milho sob plantio direto no sudoeste do paraná**. Pato Branco-PR, 2013.
- EMBRAPA- Embrapa Milho e Sorgo. **Sistemas de Produção - Cultivo do Milho**. 1. ISSN 1679-012 Versão Eletrônica - 3ª edição. Nov./2007.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise do solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA. 1997, 212 p.
- FABIAN, A. **plantas de cobertura: efeito nos atributos do solo e na produtividade de milho e soja em rotação**. Jaboticabal-SP, 2009.
- FIGUEIREDO, G. C. **Avanços metodológicos e instrumentais em física do solo. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, 2010. 163p. (Tese de Doutorado).
- FLORES, C. A; REINERT, D. J; REICHERT, J. M; ALBUQUERQUE, J. A; PAULETTO, E. A. Recuperação da qualidade estrutural, de um Argissolo Vermelho. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.8, p.2164-2172, nov, 2008.
- GIAROLA, N. F. B.; TORMENA, C. A.; DUTRA, A. C. Degradação física de um Latossolo Vermelho utilizado para a produção intensiva de forragem, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31 n.5, Viçosa, 2007.

KLEIN, V; CAMARA, R. "Rendimento da soja e intervalo hídrico ótimo em Latossolo Vermelho sob plantio direto escarificado." **Revista Brasileira de Ciências do Solo** 31 (2007): 221-227.

MUMBACH, G. L; MALLMAN, M.S; KAISER, D.R; PORTELA, V. O; BONFADA, E. B. RAUBER, J.L.P. Efeitos e Persistência da Escarificação Mecânica em Atributos Físicos de um Solo Argiloso sob Plantio Direto. **Anais X Reunião Sul-Brasileira de Ciência do Solo Fatos e Mitos em Ciência do Solo**. SBCS. Pelotas – RS. 2012. Disponível em: < <http://www.sbcs-nrs.org.br/xrsbcs/docs/trab-1-8716-117.pdf>> Acesso em: 23 abr. de 2017.

PERIN, A. **efeito da cobertura viva com leguminosas herbáceas perenes na agregação de um argissolo**. Seropédica-RJ, 2002.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 14.ed. Piracicaba: Degaspari, 2000. 477p.

SANCHEZ, E. **propriedades físicas do solo e produtividade de soja em sucessão a plantas de cobertura de inverno**. Guarapuava-PR, 2012.

SILVA, S. G. C; **Variação Temporal da densidade do solo e do grau de compactação de um latossolo vermelho sob plantio direto escarificado**. Tese de Mestrado. USP- ESALQ – Piracicaba – SP. 2011. 67f.

SILVA, R. H; C. A. ROSOLEN "Crescimento radicular de espécies utilizadas como cobertura decorrente da compactação do solo." *Revista Brasileira de Ciência do Solo* (2001): 253-260.

SILVEIRA-JUNIOR, S.D; SILVA, A.P; FIGUEIREDO, G.C; TORMENA, C. A; GIAROLA, N.F. B. Qualidade física de um latossolo vermelho sob plantio direto submetido à descompactação mecânica e biológica. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 36:1854-186. 2012. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v36n6/20.pdf>> Acesso em: 23 de abril de 2017.

TORMENA, A. R; ARAÚJO, M. A; FIDALSKI, J; COSTA, J. M. "Variação temporal do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Vermelho distroférico sob sistemas de plantio direto. R." *Bras. Ci. Solo* 31 (2007): 211-219.

VALICHESKI, R. R; GROSSKLAUS, F; STÜMER, S.L .K; TRAMONTIN, A.L; BAADE, E.S.A.S. Desenvolvimento de plantas de cobertura e produtividade da soja conforme atributos físicos em solo compactado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.16, n.9, p.969–977, 2012.

WOLSCHICK, N. **Desempenho de plantas de cobertura e influência nos atributos do solo e na produtividade de culturas em sucessão**. Tese de Mestrado. UESC Lages-SC, 2014. 93f.