

Plantas de cobertura e sua relação com atributos físicos do solo

Matheus Eduardo de Oliveira^{1*}; Helton Aparecido Rosa¹

¹Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

^{1*}matheuseoliveira0611@gmail.com

Resumo: A compactação é um grave problema para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável, pois modifica os fluxos de água e ar no solo reduzindo a produtividade das culturas. Para amenizar esse problema uma das alternativas é o uso de espécies com sistema radicular vigoroso; as plantas de cobertura penetram no solo, aerando e melhorando sua estrutura. O objetivo deste experimento foi analisar diferentes plantas de cobertura em relação a alterações nas propriedades físicas do solo. O experimento ocorreu no Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz, na área de cultivo do CEDETEC, em Cascavel, Paraná; Realizado de dezembro de 2023 a maio de 2024. Foi utilizado o delineamento DBC (Delineamento em blocos casualizados), com cinco tratamentos, sendo eles: T1 - Testemunha (pousio); T2 - Crotalaria Juncea (*Crotalaria juncea*); T3 - Milheto (*Pennisetum glaucum*); T4 - Feijão Guandu (*Cajanus cajan*); e T5 – Nabo Forrageiro (*Raphanus sativus*). Com quatro repetições totalizando 20 parcelas. Os parâmetros avaliados foram: porosidade, densidade e resistência do solo a penetração. Os dados coletados foram analisados pelo teste de normalidade de Shapiro-Wilk, seguido de análise de variância (ANOVA), e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey com 5% de significância com auxílio do software estatístico SISVAR. Não houve evidências de alteração da densidade e porosidade do solo. Em relação a resistência do solo a penetração, nas camadas de 0-0,1 m e de 0,2-0,3 m não houve alteração, já na camada de 0,1-0,2 m se obteve um resultado negativo do uso de plantas de cobertura.

Palavras-chave: Compactação; Propriedades físicas; Sustentável.

Cover crops and their relationship with soil physical attributes

Abstract: Compaction is a serious problem for the development of sustainable agriculture, as it modifies water and air flows in the soil, reducing crop productivity. To alleviate this problem, one of the alternatives is the use of species with a vigorous root system; cover crops penetrate the soil, aerating and improving its structure. The objective of this experiment was to analyze different cover crops in relation to changes in soil physical properties. The experiment took place at the Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz, in the CEDETEC cultivation area, in Cascavel, Paraná; Carried out from December 2023 to May 2024. The DBC design (randomized block design) was used, with five treatments, namely: T1 - Control (fallow); T2 - Crotalaria Juncea (*Crotalaria juncea*); T3 - Millet (*Pennisetum glaucum*); T4 - Guandu Beans (*Cajanus cajan*); and T5 – Forage Turnip (*Raphanus sativus*). With four replications totaling 20 plots. The parameters evaluated were: porosity, density and soil resistance to penetration. The collected data were analyzed using the Shapiro-Wilk normality test, followed by analysis of variance (ANOVA), and the treatment means were compared using the Tukey test with 5% significance using the SISVAR statistical software. There was no evidence of changes in soil density and porosity. In relation to soil resistance to penetration, in the layers of 0-0.1 m and 0.2-0.3 m there was no change, while in the layer of 0.1-0.2 m a negative result was obtained from the use of cover crops.

Keywords: Compaction; Physical properties; Sustainable.

Introdução

A compactação é um grave problema quando o assunto é a qualidade do solo e o desenvolvimento de uma agricultura sustentável, pois modifica os fluxos de água e ar no solo e reduz a produtividade das culturas agrícolas. Uma das alternativas para amenizar esse problema é o uso de espécies com sistema radicular profundo e vigoroso; as plantas de cobertura penetram no solo, aerando e melhorando sua estrutura. Isso facilita a infiltração de água, reduz a compactação e melhora a aeração, permitindo que as raízes das culturas comerciais se desenvolvam de forma saudável.

Com a finalidade de cobrir o solo, protegendo-o contra processos erosivos e a lixiviação de nutrientes, as plantas de cobertura quando adequadamente utilizadas se constituem em estratégia para melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo. Entre os efeitos da adubação verde sobre a fertilidade do solo estão o aumento do teor de matéria orgânica do solo (ALCANTRA *et al.*, 2000), atuando como fixadoras de nutrientes no solo além de melhora na microbiota do mesmo, fornecendo abrigo e alimento para diversos tipos de microrganismos.

O milheto (*Pennisetum glaucum*) pertence à família das gramíneas sendo uma planta de clima tropical. Segundo Salton e Kichel (1998), são plantas anuais tendo um grande crescimento e bom desenvolvimento, desta forma são importantes tanto para alimento animal quanto para palha de cobertura do solo. Além disso, são resistentes a locais com clima seco e baixa precipitação, se adaptam em solos de baixa fertilidade e tem grande capacidade para extração de nutrientes (NETTO, 1998).

O feijão guandu (*Cajanus cajan*) é uma leguminosa adaptada em clima tropical e solos de baixa fertilidade. Por isso, ele é utilizado como ferramentas de auxílio no manejo do solo e em outras culturas, como quebra-vento, adubo verde e consumo humano (BONFIM-SILVA *et al.*, 2014). Segundo pesquisas de Alvarenga (1993), o feijão guandu é a principal espécie que produz matéria seca e que contém o sistema radicular com maior penetração no solo.

A crotalária juncea (*Crotalaria juncea L.*) é uma espécie originária da Índia, com excelente adaptação às regiões tropicais. É recomendada para adubação verde, sendo uma das espécies leguminosas de mais rápido crescimento inicial e alta produção de biomassa vegetal quando comparada a outros materiais herbáceos de cobertura (MATEUS; WUTKE, 2006).

O nabo forrageiro (*Raphanus sativus L.*), é uma planta da família das Crucíferas. Bastante utilizada na adubação verde, devido suas raízes pivotantes que penetram o solo com maior facilidade, e caracterizado por ser uma planta recicladora e dispor nutrientes ao solo. É

uma espécie com alta tolerância a geada e a seca, cultivada principalmente no outono e no inverno. Por ser muito resistente a solos com problemas de acidez, consegue bom desenvolvimento em solos fracos, sendo resistente a doenças e pragas (BARROS; JARDINE, 2012).

O uso de espécies de cobertura tende a melhorar atributos do solo, como a porosidade do solo, que interfere na aeração, condução e retenção de água, resistência à penetração e à ramificação das raízes no solo, consequentemente, no aproveitamento de água e nutrientes disponíveis. O solo ideal deve apresentar um volume e dimensão dos poros adequados para a entrada, movimento e retenção de água e ar para atender às necessidades das culturas.

Já a densidade do solo em ambientes não cultivados é uma propriedade física que depende dos fatores e processos pedogenéticos. O uso pode compactar o solo, expresso pelo aumento da densidade devido ao pisoteio animal, tráfego de máquinas e implementos agrícolas, cultivo intensivo e sistema de manejo inadequado (HAMZA; ANDERSON, 2005).

A resistência do solo à penetração (RSP) integra os efeitos da densidade e da umidade nas condições físicas do solo necessárias para o crescimento das raízes (TORMENA, *et al.*, 2002). Em um solo extremamente duro é difícil a penetração das raízes.

O objetivo deste experimento foi analisar o efeito de diferentes plantas de cobertura em relação a alterações nas propriedades físicas do solo.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz, na área de cultivo do CEDETEC (Centro de Desenvolvimento e Difusão de Tecnologias) no município de Cascavel, Paraná, na latitude de S: 7239376,40 m, e longitude de E: 246344,86 m. Segundo a classificação de Köppen-Geiger, o clima predominante na região é caracterizado como subtropical úmido mesotérmico (Cfa) e a precipitação anual média está entre 1800 a 2000 mm (NITSCHKE *et al.*, 2019). Segundo Embrapa (2018), o solo é do tipo Latossolo vermelho distroférico, em sistema de semeadura direta, com a área em pousio.

O delineamento utilizado foi o DBC (Delineamento em blocos casualizados), com 5 tratamentos, sendo eles: T1 - Testemunha (pousio); T2 - Crotalaria Juncea (*Crotalaria juncea*); T3 – Milheto (*Pennisetum glaucum*); T4 - Feijão Guandu (*Cajanus cajan*); e T5 – Nabo Forrageiro (*Raphanus sativus*). Com quatro repetições totalizando 20 parcelas com espaçamento de 4,5 m x 4,5m, ou seja, 20,25 m² cada, um total de 405m², com espaçamento entre parcelas de 0,90 m.

A semeadura ocorreu no dia 27 de dezembro de 2023, utilizando uma semeadora tratorizada para abertura de sulcos e a semeadura de forma manual em cada parcela. Um monitoramento semanal foi realizado para constatar a possível necessidade de capina manual para controle de plantas nocivas à integridade da cultura. O dessecamento foi realizado no dia 26 de março de 2024 e a análise dos dados foi realizada no dia 30 de abril de 2024, cerca de 1 mês após a morte das plantas.

Os parâmetros avaliados foram a porosidade do solo, a densidade do solo e a resistência do solo a penetração. A densidade de solo se obteve através da utilização do método do Anel Volumétrico (EMBRAPA, 2017) e a porosidade do solo foi avaliada através de cálculos utilizando a densidade do solo e a densidade de partículas, nas profundidades de 0-0,1 m e 0,1-0,2 m. A resistência do solo a penetração foi avaliada com o uso de um penetrômetro digital da marca Falker, nas camadas de 0-0,1 m, 0,1-0,2 m e 0,2-0,3 m, respectivamente.

Com os dados coletados realizou-se o teste de normalidade de Shapiro-Wilk, com posterior análise de variância (ANOVA), e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey com 5% de significância com auxílio do software estatístico SISVAR.

Resultados e Discussão

Não houve diferença significativa entre os valores de densidade e porosidade do solo para os tratamentos estudados, tanto na profundidade de (0-0,1 m), quanto na profundidade de (0,1-0,2 m). No trabalho realizado por Imbana *et al.* (2021), com uso de leguminosas para melhoria das qualidades físicas e químicas em solo do tipo Argissolo franco arenoso, em apenas um cultivo, também não foi encontrado diferenças significativas de densidade e porosidade total nas parcelas cultivadas com crotalária e feijão guandu, possivelmente, pelo fato de ser necessário um tempo experimental maior para ter uma resposta positiva sobre estas propriedades.

Outro fator importante, é que o solo apresentou valores adequados de densidade e porosidade total. As médias de densidade se mantiveram entre 0,96 e 1,16 g cm⁻³ sendo que a densidade do Latossolo Vermelho de 1,08 g cm⁻³ é aquela que ocorre a máxima disponibilidade de água às plantas (KLEIN, 2006). Os valores de porosidade variaram de 56% até 63%, sendo que segundo Genro Júnior (2009), os valores ideais de porosidade do solo, se aproximam de 33%, indicando a melhor relação entre a capacidade de retenção de água e a aeração do solo.

Tabela 1 - Médias obtidas de densidade, porosidade e resistência do solo a penetração, em diferentes profundidades.

Tratamentos	Ds	Ds	Pt	Pt	Rsp	Rsp	Rsp
	0-0,1 m	0,1-0,2 m	0-0,1 m	0,1-0,2 m	0-0,1 m	0,1-0,2 m	0,2-0,3 m
	(g cm ⁻³)	(g cm ⁻³)	(%)	(%)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
T1	0,98 a	1,08 a	62,99 a	59,30 a	0,75 a	2,08 a	2,17 a
T2	0,99 a	1,13 a	62,55 a	57,37 a	1,01 a	2,33 ab	2,17 a
T3	1,04 a	1,16 a	60,53 a	56,33 a	0,95 a	2,56 ab	2,37 a
T4	0,99 a	1,11 a	62,38 a	58,12 a	1,12 a	2,46 ab	2,22 a
T5	0,96 a	1,16 a	63,56 a	56,18 a	1,35 a	2,86 b	2,54 a
P-valor	0,56 ^{ns}	0,50 ^{ns}	0,56 ^{ns}	0,50 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,03**	0,11 ^{ns}
DMS	0,15	0,16	5,70	6,07	0,86	0,65	0,47
CV (%)	6,94	6,56	4,18	4,84	38,05	12,13	9,33

Médias seguidas da mesma letra na coluna não se diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Umidade gravimétrica do solo: 34,77%; Ds: densidade do solo; Pt: porosidade total; Rsp: resistência do solo à penetração;

Em estudo realizado por Fabian (2009), entre as parcelas cultivadas com milho e crotalária, em Latossolo Vermelho distrófico, também não encontrou diferenças de densidade e porosidade total, mesmo em 4 anos de cultivo das referidas espécies.

Os valores de resistência do solo a penetração também se mantiveram sem diferença significativa para as profundidades de (0-0,1 m) e (0,2-0,3 m), muito provavelmente, pelo fato de que os valores de resistência do solo a penetração estejam dentro dos valores esperados. Na profundidade de (0,1-0,2 m) se obteve uma diferença significativa dentre os tratamentos T1 e T5, onde o tratamento T1 testemunha, apresentou uma menor média de resistência, os tratamentos T2, T3 e T4 apresentaram semelhanças entre si, já o tratamento T5 nabo forrageiro, obteve a maior média de resistência, assim como na pesquisa amostrada por Carneiro *et al.*, (2009), onde o nabo forrageiro obteve a maior média de resistência do solo a penetração. Já Cardoso *et al.*, (2013), utilizando crotalária e milho para melhoria de atributos físicos e químicos em Argissolo Vermelho Amarelo distrófico, obtiveram uma redução nos valores de resistência do solo a penetração nas camadas de 0-0,25 m, provavelmente por conta da decomposição de raízes das espécies utilizadas.

Conclusões

Não houve evidências de alteração da densidade e porosidade do solo pela influência de raízes das plantas de cobertura utilizadas.

Em relação a resistência do solo a penetração, nas camadas de 0-0,1 m e de 0,2-0,3 m não foi constatado alteração com o uso de plantas de cobertura, já na camada de 0,1-0,2 m se obteve um resultado negativo com o uso de plantas de cobertura, sendo o nabo forrageiro a espécie na qual apresentou maior resistência a penetração a se comparar com os demais tratamentos, e a testemunha com menor resistência.

Referências

- ALCÂNTARA, F. A.; FURTINI NETO, A. E.; PAULA, M. B.; MESQUITA, H. A.; MUNIZ, J. A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um latossolo vermelho-escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.2, p. 277-288, 2000.
- ALVARENGA, R. C. **Potencialidades de adubos verdes para conservação e recuperação de solos**. Viçosa: UFV, 1993. 112p. Tese de Doutorado.
- BARROS, T. D.; JARDINE, J. G.; Agroenergia: **Nabo forrageiro**, 2012.
- BONFIM-SILVA, E. M.; GUIMARÃES, S. L.; FARIAS, L.N.; OLIVEIRA, J. R.; BOSA, C. K.; FONTENELLI, J. V. Adubação fosfatada no desenvolvimento e produção de feijão guandu em latossolo vermelho do cerrado em primeiro cultivo. **Biosci. J., Uberlândia**, v. 30, n. 5, p.1380-1388, Sept./Oct. 2014.
- CARDOSO, D. P.; SILVA, M. L. N.; CARVALHO, G. J.; FREITAS, D. A. F.; AVANZI, J. C. Espécies de plantas de cobertura no condicionamento químico e físico do solo. **Agraria – Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.8, n.3, p. 375-382, 2013.
- CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D.; REIS, E. F.; PEREIRA, H. S.; AZEVEDO, W. R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 33:147-157, 2009.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 3. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF: (Embrapa solos), 2017. 577 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed., ver. e ampl. – Brasília, DF: (Embrapa solos), 2018. 356 p.
- FABIAN, A. J. **Plantas de cobertura: efeito nos atributos do solo e na produtividade de milho e soja em rotação**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, 2009. 83p. Tese Doutorado.
- GENRO JUNIOR, S. A.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; ALBUQUERQUE, J. A. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho e produtividade de culturas cultivadas em sucessão e rotação. **Ciência Rural**, v.39, p.65-73, 2009.
- HAMZA, M. A.; ANDERSON, W. K. Soil compaction in cropping systems: A review of the nature, causes and possible solutions. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 82, p. 121-145, 2005.
- IMBANA, R.; BLUM, S. C.; AGUIAR, M. I.; SOUSA, G. G.; NDAMI, M.; DABÓ, I. Leguminosas como plantas de cobertura para melhoria da qualidade do solo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 16:4 351-357, 2021.
- KLEIN, V. A. Densidade relativa – um indicador da qualidade física de um latossolo vermelho. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.5, n.1, p. 26-32, 2006.
- MATEUS, G. P.; WUTKE, E. B. Pesquisa & tecnologia. **Espécies de leguminosas utilizadas como adubos verdes**. vol. 3, n.1 Jan-Jun. 2006.

NETTO, D. A. M. **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1998. 6 p. (Comunicado Técnico, 11).

NITSCHKE, P. R.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W. D. S.; PINTO, L. F. D. **Atlas climático do estado do Paraná**. Londrina: Instituto Agronômico do Paraná, 2019.

SALTON, J. C. & A. N. KICHEL. 1998. Milheto, uma alternativa para cobertura do solo e alimentação animal. **Revista Plantio Direto**, 45 (1): 41-43.

TORMENA, C. A.; BARBOSA, M. C.; COSTA, A. C. S. & GONÇALVES, A. C. A. Densidade, porosidade e resistência à penetração em Latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Sci. Agric.**, 59:195-801, 2002.