

Atributos do Solo Sob Milho-Safra Consorciado Recém-Implantado: Qualidade Física do Solo

Duan Catharino de Carvalho^{(1)*(2)}; Lucas Augusto de Assis Moraes⁽³⁾; Alex Figueiredo⁽³⁾; Gabriel Pastore de Macedo⁽²⁾; Juliana Gimenes de Moraes⁽²⁾; João Tavares Filho⁽⁴⁾; Maria de Fátima Guimarães⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Universidade Estadual de Londrina; Londrina-PR, Brasil, 86057-970 (*apresentador, duan.carvalho@hotmail.com);

⁽²⁾; ⁽³⁾; ⁽⁴⁾ Universidade Estadual de Londrina (UEL); Londrina – PR, Brasil, 86057-970;

⁽²⁾ Graduação; ⁽³⁾ Pós-graduação; ⁽⁴⁾ Professor Dr.

RESUMO: A melhoria da qualidade solo concerne da redução da densidade do solo e do aumento do espaço poroso, e também da menor resistência a penetração das raízes. Assim, opções de manejo com adubos verdes podem ser uma alternativa para tais questões. Objetivo deste trabalho foi analisar o consórcio do milho safra com uso de adubos verdes, associados a doses crescentes de nitrogênio, na qualidade física do solo. Sendo assim, foi realizado um experimento em blocos casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial (4 x 3); sendo 4 forma de consórcios (3 com adubos verdes: braquiária; *crotalaria spectabilis*; e, braquiária + *crotalaria*; e, milho solteiro), associados a três doses de nitrogênio: 0, 120 e 240 kg ha⁻¹. Coletaram-se amostras nas camadas de 0,00 – 0,10 m e 0,10 – 0,20 m, para determinação da densidade do solo, porosidade total, macroporosidade e microporosidade. Além disso, a resistência penetração foi determinada com uso do penetrômetro de impacto até 0,40 m. Os resultados permitiram concluir, que considerando o curto espaço de tempo do experimento (6 meses), não houve efeitos dos diferentes consórcios nas variáveis estudadas.

Termos de indexação: compactação; adubo verde; cultura de cobertura.

INTRODUÇÃO

Uma vez que os sistemas agrícolas podem provocar a melhoria ou acelerar a degradação do solo, práticas de manejo que tenham por objetivo elevar a qualidade do solo são pilares para o alcance de uma agricultura sustentável de alta rentabilidade econômica. Neste contexto, a implementação do manejo de consórcios na cultura do milho, concerne de uma prática que tende a elevar a qualidade do solo em razão de promover o aumento da matéria orgânica e atividade biológica (PITOL et al, 2006).

A associação simultânea do milho com diferentes adubos verdes (i.e, a prática de consorciação), a citar o uso de braquiárias, crotalárias e leguminosas (SOUZA et al., 2012), promove o aumento do volume da biomassa da parte aérea e do sistema radicular; resíduos vegetais estes, que agem simultaneamente nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (STONE; SILVEIRA, 2010). Isso porque, a

decomposição de tais resíduos promove desde o aumento de minerais disponíveis as culturas, até mesmo na elevação do volume poroso pela criação de bioporos, como no aumento da estabilidade agregados pela ação de polímeros orgânicos excretados tanto pelas raízes como pela atividade microbiana (BALOTA, 2017).

Assim sendo, observa-se que a diversificação de espécies vegetais presentes na prática da consorciação na cultura do milho apresenta-se como uma alternativa na rápida melhoria da qualidade do solo. Dessa maneira, o que abre a necessidade de pesquisas que relacionem diferentes consórcios – na cultura do milho, a melhoria da qualidade do solo.

A respeito da avaliação da qualidade do solo por diferentes práticas de manejo, Torres et al 2015, discorrem tal análise não pode ser medida diretamente, mas sim, estimada a partir de algumas propriedades, as quais são sensíveis as variações de manejo e correlacionadas as funções do solo; como fluxo de ar e água (DORAN; ZEISS, 2000). Neste sentido a porosidade e a densidade do solo estão entre os atributos do solo mais importantes para estimar a qualidade do solo, devido estarem está diretamente relacionada com a aeração e infiltração de água do solo e resistência à raiz penetração. Logo, propriedades que denotam relação direta com a produtividade das culturas e suscetibilidade do solo a erosão.

Em trabalho desenvolvido sob Latossolo Vermelho distrófico, em sistema de semeadura direta (SSD), Andrade et al (2008) tendo como objetivo de determinar o efeito de culturas de cobertura (braquiárias, feijão-guandu e crotalárias) na qualidade física do solo, observaram que as culturas de cobertura, em especial as gramíneas, favoreceram a agregação do solo na camada superficial. Além disso, os autores mencionam que, mesmo sob o manejo do SSD, somado ao uso de adubos verdes, o cultivo agrícola eleva densidade do solo, por conseguinte, reduzindo a porosidade total, com reflexos a diminuição da macroporosidade, quando comparado ao solo de mata nativa.

Face ao exposto, a hipótese deste trabalho respalda-se que a maior diversificação de espécies no consórcio do milho safra, eleva a qualidade do solo, denotados com redução da resistência a

penetração e da densidade do solo e aumento do espaço poroso (macroporos e microporos), já no período de uma safra. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar se quais os efeitos a qualidade física do solo, em diferentes consórcios no milho safra associado a doses crescentes de nitrogênio, em sistema recém-implantado.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e Histórico

O presente estudo foi realizado na Fazenda Escola da Universidade Estadual de Londrina, Londrina-PR, sob solo classificado como Latossolo Vermelho distrófico, argiloso. A área contempla um histórico de manejo de sucessão entre soja e trigo, com pousio nos intervalos de semeadura das culturas comerciais, no período de setembro/2014 a setembro/2017. Além disso, a semeadura das culturas comerciais era realizada diretamente, isto é, sem revolvimento do solo, após a dessecação das plantas daninhas. Em outubro/2017 (dias de 4 a 11/10/17), área foi submetida ao preparo convencional, com aplicação superficial de calcário dolomítico (2 toneladas) e posterior operações, nesta ordem, escarificação (a 0,30 m de profundidade) e grade aradora + grade niveladora (0,20 m de profundidade). Após estas operações, iniciou-se a implantação do experimento.

Delineamento Experimental

O experimento foi realizado sob blocos casualizados, com 4 repetições, em esquema fatorial 4 x 3, sendo os fatores constituídos por 4 tipos de consórcios: MS, Milho Solteiro; MC, Milho + *Crotalaria spectabilis*; MB, Milho + Braquiária (*Urochloa ruziziensis*); e, MIX, Milho + Braquiária + *Crotalaria spectabilis*. E, 3 doses de nitrogênio ((NH₄)₂SO₄): 0, 120 e 240 kg ha⁻¹. A semeadura do experimento ocorreu no dia 14 de novembro de 2017, de forma direta, ou seja, sem revolvimento do solo, após 10 dias de dessecação das plantas daninhas.

Foi utilizado o espaçamento de 0,9 m para cultura do milho, distribuída 7 sementes m², com uma população estimada em 70.000 plantas ha⁻¹. A braquiária foi semeada na entrelinha do milho (a 0,45 m), a taxa de 5 kg ha⁻¹. Para *Crotalaria spectabilis*, optou-se pela semeadura a 0,17 m da linha do milho. E quanto ao MIX, as espécies vegetais foram semeadas conforme espaçamento descrito anteriormente.

No que se refere as adubações, para adubação de semeadura aplicou-se 400 kg ha⁻¹ do formulado 10-15-15. Já adubação de cobertura, foi realizada após 40 dias da semeadura, em V4, sob utilização das 3 doses de nitrogênio testadas. E entre os dias 13 e 14 de abril de 2018, foi realizada a colheita.

Coletas de Solo e Análises de Estrutura

Foram coletadas amostras nas camadas de 0,0 – 0,10 m e 0,10 – 0,20 m; com uso de anel volumétrico, com diâmetro e altura de 5 cm. A umidade volumétrica, a densidade do solo, porosidade total, macroporosidade e a microporosidade foram determinadas conforme Embrapa, 1997. E a resistência do solo à penetração, foi determinada com penetrômetro de impacto (STOLF et al., 1983).

Análise Estatística

Inicialmente os dados de umidade volumétrica, a densidade do solo, porosidade total, macroporosidade e microporosidade, por camadas, foram submetidos aos Testes de Hartley e Shapiro Wilk, a fim de verificar-se, respectivamente, a presença de homocedasticidade e normalidade entre os dados. Posteriormente, seguiu-se a realização do Teste F (p-valor < 0,05), desdobrando-se os fatores quando significativos. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5%). Para tais, utilizou-se o software Sisvar 5.6 (Ferreira, 2011). Já os dados de resistência penetração foram comparados com uso do erro padrão da média.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme resultados da análise de variância (Tabela 1), observa-se que não houve efeito significativo para quaisquer fontes de variação; consórcios, doses e interação entre fatores. Da mesma maneira, verifica-se igualdade estatística nos resultados de resistência a penetração (RP) em função dos diferentes consórcios testados (Figura 1, F).

A respeito da ausência de efeitos significativos para as propriedades físicas avaliadas (Figura 1, de A a F) é necessário considerar efeitos promovidos no solo pelas operações de preparo (escarificação + grade aradora + grade niveladora) 30 dias antes da semeadura do experimento. Assim, estas operações acarretam abertura de fissuras e o fracionamento dos agregados do solo, por conseguinte, elevando a porosidade e reduzindo a compactação (Severiano et al., 2010). Desse modo, estas mudanças na estrutura do solo em razão do preparo de solo, homogêneo a todos os consórcios testados, talvez tenha atenuado os efeitos dos diferentes consórcios nas variáveis analisadas.

Resultado importante que releva a atenuação dos efeitos dos consórcios nas propriedades físicas avaliadas, tange a igualdade estatísticas de valores de RP na camada 0,00 – 0,20 m (Figura 1, F). Observa-se que os valores de RP na referida camada são < 4 Mpa, o que segundo Tavares Filho et al (2001) é adequado para cultura do milho. Logo, se por um lado a baixa RP indica uma pouca resistência a penetração das raízes, por outro, pode evidenciar a presença de agregados de baixa coesão, de pouca resistência a forças externas de deformação do solo; sendo este, possivelmente, reflexo dos efeitos do fracionamento do solo pelas operações agrícolas.



Tabela 1. Resumo da análise de variância (valores de p-valor) para as propriedades físicas avaliadas, nas camadas de 0,00 – 0,10 m e 0,10 – 0,20 m, sendo: Umidade Volumétrica; Densidade do Solo (Ds); Porosidade Total (Pt); Macroporosidade (Macro) e Microporosidade (Micro).

FV	Umid.	Ds	Pt	Macro	Micro
0 a 10					
Blocos	0,7003	0,9856	0,7210	0,2380	0,5378
Consórc.	0,6613	0,3245	0,9427	0,3883	0,6105
Doses N	0,8914	0,1330	0,9674	0,5393	0,8337
INT.	0,9023	0,8287	0,7574	0,4536	0,5477
CV(%)	25,16	9,99	11,69	36,70	23,30
10 a 20					
Blocos	0,2390	0,5625	0,7296	0,4090	0,4610
Consórc.	0,2628	0,1619	0,5510	0,4760	0,3494
Doses N	0,5138	0,8664	0,6960	0,4937	0,6866
INT	0,5374	0,5447	0,6640	0,6147	0,3202
CV(%)	26,08	10,86	18,41	41,14	18,27

Valores < 0,05 são significativos ao Teste F (p-valor < 0,05). FV = Fontes de Variação; Int = Interação: Consórcios X Doses; CV (%) = Coeficiente de variação.

Outro aspecto relevante, concerne ao tempo de coleta de amostras: sete meses após as operações de preparo e semeadura do experimento. Isso porque, talvez, este período tenha sido insuficiente para recuperação da estrutura do solo – pós preparo, em função dos consórcios testados. Tal hipótese é reforçada pelos resultados de Gonçalves e Moraes (2012) e Oliveira et al (2015). Ambos autores em trabalhos conduzidos em Latossolos argilosos e com uso de adubos verdes – semelhantes a presente pesquisa, encontraram resultados significativos as propriedades físicas do solo, somente em condições experimentais com mais de 10 anos de implantação de diferentes práticas de manejo; como preparo de solo e culturas de cobertura.

Para Sá (2011) respostas significativas as propriedades do solo, em sistemas de manejos que induzem a diversificação de espécie de adubos verdes, como o milho consorciado, tendem a ocorrer, após, no mínimo, seis anos. Lal (1993), menciona que a recuperação da estrutura do solo, depende em maior grau, além do tempo, sobretudo da capacidade de resiliência da classe de solo – que está relacionada a fatores pedogenéticos, do que o próprio manejo exercido. Sendo assim, o que reforça importância do tempo nos efeitos as propriedades físicas do solo.

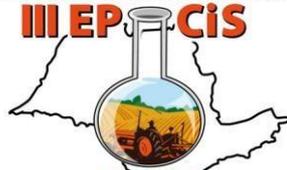
Em suma, os resultados não corroboraram com a hipótese deste trabalho, demonstrando que a maior diversificação de espécies e o período de uma safra são insuficientes para melhoria da qualidade física do solo. Assim, o que expõe a necessidade de avaliação em um maior espaço de tempo.

CONCLUSÃO

Concluiu-se que não há incrementos a qualidade física do solo no período de uma safra, sob quaisquer tipos de consórcio no milho safra.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Rui da S.; STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. da. Culturas de cobertura e qualidade física de um Latossolo em plantio direto. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v. 13, n. 4, p. 411-418, Aug. 2009.
- BALOTA, L. E. **Manejo e qualidade biológica do solo**. 1ed. Londrina: Mecenas, 2017. 288p.
- DORAN, J.W.; ZEISS, M.R. Soil health and sustainability: Managing the biotic component of soil quality. **Appl. Soil Ecol.**, 15:3-11, 2000.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo / Centro Nacional de Pesquisa de Solos**. – 2. ed. rev. atual. – Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- FERREIRA, D.F., 2011. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciênc. agrotec.** 35:6, 1039-1042.
- GONÇALVES, F. C.; Moraes, M. H. Porosidade e infiltração de água do solo sob diferentes sistemas de manejo. **IRRIGA**, v. 17, p. 337, 2012
- LAL R. Tillage effects on soil degradation, soil resilience, soil quality, and sustainability. **Soil and Tillage Research**, Volume 27, Issues 1–4, October 1993, Pages 1-8
- PITOL, C.; BROCH, L.D.; CARVALHO, A. M.; SPERA, T.S. (2006). **Uso de adubos verdes nos sistemas de produção no Bioma Cerrado**. In: Carvalho AM & Ambile RF (Eds.) Cerrado: adubação verde. Planaltina, Embrapa Cerrados. p.301-330.
- SÁ, J. C. M. Dinâmica da matéria orgânica do solo no sistema plantio direto. In: DA FONSECA, A.F.; CAIRES, E.F.; BARTH, G. (Org.). **Fertilidade do solo e nutrição de plantas no sistema plantio direto**. 1ed. Ponta Grossa: UEPG, 2011, 2011, v. 1, p. 69-80.
- SILVEIRA, P. M. (Org.); STONE, L. F. (Org.). **Plantas de cobertura dos solos do Cerrado**. Santo Antônio, de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2010. v. 1. 218p
- SILVEIRA, P.M.; STONE, L. F. **Plantas de cobertura dos solos do Cerrado**. 1. ed. Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 2010. v. 1. 218p.
- SOUZA, C. M.; PIRES, F. R.; PARTELLI, F. L.; ASSIS, R. L. **Adubação Verde e Rotação de Culturas**. 1º. ed. Viçosa: Editora UFV, 2012. 108p.
- TAVARES FILHO, J.; BARBOSA, G. M. C.; GUIMARÃES, M. F.; FONSECA, I. C. B. Resistência do solo à penetração e desenvolvimento do sistema radicular do milho (*Zea mays*) sob diferentes sistemas de manejo em um Latossolo Roxo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** Viçosa, v. 25, n.3, p. 725-730, 2001.



TORRES JLR, Pereira MG, Assis RL, Souza ZM. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho cultivado com plantas de cobertura, em semeadura direta. *Rev. Bras. Cienc Solo*. 2015; 39:428-43.

Figura 1. Resultados das propriedades físicas avaliadas: A) Umidade volumétrica; B) Porosidade Total; C) Macroporos; D) Microporos; E) Densidade do Solo; e, F) Resistência a Penetração. Barras nas figuras de A a E, referem-se a diferença média significativa, enquanto na figura F, refere-se ao erro padrão da média; para este, a interposição de barras discorre de ausência de diferença significativa.

