

Estabilidade de agregados do solo em área com sistemas intensificados de cultivo de grãos sob irrigação

Gabriela Soares Santos Araújo⁽¹⁾; Bruno Montoani Silva⁽²⁾; Karina Mendes Bertolino⁽³⁾; Aline Martineli Batista⁽⁴⁾; Marina Luciana Abreu de Melo⁽⁵⁾; Eduardo Vieira Guimarães⁽⁶⁾; Emerson Borghi⁽⁷⁾.

⁽¹⁾ Estudante de Engenharia Agrônoma/Bolsista FAPEMIG; Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ); Sete Lagoas, MG; soaresgabriela038@gmail.com; ⁽²⁾ Professor; UFSJ; ⁽³⁾ Estudante de Engenharia Agrônoma; UFSJ; ⁽⁴⁾ Estudante de Engenharia Agrônoma; UFSJ/Bolsista PET Agronomia; ⁽⁵⁾ Estudante de Engenharia Agrônoma; UFSJ/Bolsista CNPq; ⁽⁶⁾ Estudante de Bacharelado Interdisciplinar em Biosistemas; UFSJ/Bolsista UFSJ; ⁽⁷⁾ Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo.

RESUMO: O uso intensivo do solo causa desagregação e modificações em sua estrutura. Objetivou-se avaliar a qualidade física do solo, por meio de parâmetros de estabilidade dos agregados, em área de plantio direto em implantação, sob diferentes manejos. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com duas profundidades, cinco repetições e nove tratamentos: alto investimento em adubação e outros tratos, com rotação soja-milho-feijão (T1); alto investimento + braquiária + leguminosa, com rotação soja-milho-feijão (T2); alto investimento + braquiária, com rotação soja-milho-feijão (T3); médio investimento + braquiária, com rotação soja-milho-feijão (T4); médio investimento, com rotação soja-milho-feijão (T5); médio investimento, com sucessão milho-feijão (T6); médio investimento, com monocultura de milho (T7), rodado do pivô central (T8) e área de Cerrado próxima (CN). Coletaram-se amostras com estrutura preservada nas camadas de 0-5 cm e 5-10 cm e determinou-se diâmetro médio ponderado (DMP), índice de estabilidade de agregados (IEA), porcentagem de agregados estáveis maiores que 2,0 mm (AE2), macroagregados e microagregados. DMP, AE2 e macroagregados foram superiores e microagregados inferiores para CN. T2 e T7 diferiram dos demais manejos por apresentarem maiores DMP e AE2. T7 apresentou maior macroagregados e menor microagregados se comparados aos demais manejos. IEA foi superior em CN e T7. O manejo afetou a qualidade física do solo, causando redução da estabilidade dos agregados nas áreas cultivadas se comparada a ambientes naturais.

Termos de indexação: física do solo, intensificação ecológica, milho.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais mais cultivados no Brasil, com estimativa de produção total de grãos de cerca de 84,67 milhões de toneladas e área cultivada de 15,69 milhões de hectares na safra 2014/2015 (Conab, 2016). Devido a sua relevância no cenário do agronegócio é essencial que sejam adotados sistemas de produção que proporcionem condições favoráveis ao seu desenvolvimento.

A desagregação e modificações na estrutura do solo, em função do uso intensivo, restringem o crescimento das raízes e, em consequência, causam a redução da exploração por água e nutrientes (Pedrotti et al., 2001). Tal fato ocasiona efeitos negativos no desenvolvimento e produtividade das culturas. Dessa forma, sistema que auxiliem ou conservem a agregação do solo devem ser priorizados.

Neste contexto, o Sistema de Plantio Direto é caracterizado por proporcionar um maior aporte de matéria orgânica (MO) no solo (Salton et al., 2008; Lima et al., 2013; Castro Filho et al., 1998). Estudos mostram que o acréscimo de MO está relacionado, direta ou indiretamente, com o aumento da estabilidade de agregados do solo (Calonego & Rosolem, 2008; Bertol et al., 2004; Oliveira et al. 2004; Castro Filho et al., 1998), uma vez que a MO atua como agente cimentante das partículas minerais do solo e favorece a agregação (Mielniczuk, 1999).

A cobertura utilizada no sistema é, também, um dos fatores que podem influenciar na estruturação do solo. Plantas de cobertura, como as gramíneas, que apresentam alto potencial de fixação de carbono tem se mostrado fundamentais para a

estruturação do solo à médio e longo prazos (Hakansson et al., 1988).

Segundo Calonego et al. (2011), o cultivo de milho em consórcio com braquiária tem se mostrado benéfico quanto à estruturação do solo, em decorrência do aporte de matéria seca em profundidade, ocasionado pelo desenvolvimento radicular da forrageira.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade física do solo, por meio de parâmetros indicadores de estabilidade dos agregados, em área de plantio direto em implantação, sob diferentes manejos do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em campo experimental, pertencente à Embrapa Milho e Sorgo, localizado em Sete Lagoas, MG, latitude 19° 28' 30" S, longitude 44° 15' 08" W e altitude 732 m, composto por um pivô central com área de 3,64 ha e perímetro de 773 m. O clima da região é classificado como subtropical úmido (Cwa), segundo Köppen, com temperatura média anual de 21,75°C e precipitação média anual de 1.345 mm. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico (Embrapa, 2013). As análises foram processadas no Laboratório de Física do Solo e Conservação do Solo e da Água, da Universidade Federal de São João Del Rei, *campus* Sete Lagoas.

A área é composta por um Sistema de Plantio Direto em processo de implantação, com níveis diferentes de investimento tecnológico e intensificação ecológica.

Em 2014, foram realizadas operações de mobilização do solo em área total. Essas operações restringiram-se à camada de 0-25 cm e tiveram como finalidade a eliminação da possível compactação em função do histórico de cultivos na área experimental.

Nos dias 11 e 12 de junho de 2015 foi realizada a semeadura do milho (Agroeste 1581 PRO) em área total. Já a soja (BRS 7380 RR – BRS RR 09-10051) foi semeada logo após a colheita do milho, em dezembro do mesmo ano.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), contendo nove tratamentos, duas profundidades de coleta e cinco repetições, perfazendo 90 unidades amostrais. Os tratamentos avaliados consistem em faixas de plantio com diferentes culturas e níveis de investimento em adubação, sendo eles: alto investimento em adubação e outros tratos, com rotação soja-milho-feijão (T1); alto investimento + braquiária + leguminosa, com rotação soja-milho-feijão (T2); alto investimento + braquiária, com rotação soja-milho-feijão (T3); médio investimento + braquiária, com rotação soja-milho-feijão (T4); médio investimento, com rotação soja-milho-feijão

(T5); médio investimento, com sucessão milho-feijão (T6); médio investimento, com monocultura de milho (T7), rodado do pivô central (T8) e área de Cerrado próxima (CN).

A amostragem foi realizada em julho de 2015, época na qual os tratamentos encontravam-se sob plantio de soja, com exceção de T6 e T7, que se apresentavam em pousio. Para cada tratamento foram coletadas amostras com estrutura preservada nas camadas de 0-5 cm e 5-10 cm, para a avaliação da estabilidade dos agregados. A análise granulométrica foi realizada segundo Embrapa (2011) pelo método da pipeta para caracterização física do solo (**Tabela 1**).

A estabilidade de agregados foi determinada pelo método do tamisamento úmido (Embrapa, 2011), utilizando-se vinte gramas de solo para cada amostra. As amostras foram submetidas à agitação durante quinze minutos em Agitador de Yoder com conjunto de peneiras com abertura de malhas de 2,00; 1,00; 0,50; 0,25 e 0,09 mm.

O diâmetro médio ponderado (DMP), o índice de estabilidade de agregados (IEA) e a porcentagem de agregados estáveis maiores que 2,0 mm (AE2) foram obtidos conforme Castro Filho et al. (1998).

Para a avaliação dos atributos físicos do solo foi realizada a análise de variância (ANAVA), aplicando-se o teste F ($P < 0,05$) e, quando pertinente, as médias foram submetidas ao teste de Scott-Knott a 5% de significância. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio da linguagem R pacote ExpDes (Ferreira et al, 2013).

Tabela 1 – Teores de areia, silte e argila para os tratamentos avaliados.

Tratamentos	Areia	Silte	Argila
	-----%-----		
T1	12,63	31,37	55,99
T2	13,68	39,48	46,85
T3	13,67	36,42	49,92
T4	14,74	36,75	48,52
T5	14,29	31,73	53,98
T6	14,87	31,56	53,56
T7	13,80	28,78	58,41
T8	15,05	33,42	51,53
CN	22,54	20,08	57,38

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise dos dados, foi possível observar a redução dos macroagregados e do DMG em todos os tratamentos sob manejo, quando comparados com o CN. Essa implicação está associada ao preparo intensivo do solo, realizado na implantação do experimento.

Segundo Calonego & Rosolem (2008), operações de preparo do solo rompem as suas

estruturas, o que afeta de forma negativa a estabilidade de agregados. Esse fato justifica a diferença estatística notada entre CN e os demais tratamentos.

Foi constatada diferença significativa entre T2 e T7 e os diferentes manejos do solo para DMP e EA2 (**Tabela 2**). Esses tratamentos, ainda, diferiram do CN, que apresentou maior DMP (3,14 mm) e EA2 (76,30%) (**Tabela 2**).

Para macroagregados e microagregados, houve diferença estatística entre T7 e os demais manejos do solo. O CN apresentou maior percentual de macroagregados (89,74%) e menor microagregados (10,26%) se comparado aos outros tratamentos (**Tabela 2**).

Resultados semelhantes, foram encontrados por Costa Junior et al. (2012). Estudando a agregação do solo e o teor de carbono orgânico nos agregados em área de Cerrado, os autores concluíram que solos manejados apresentam menor quantidade de macroagregados e maior microagregados em comparação com solos sob vegetação nativa.

Os valores de macroagregados (81,89%), microagregados (18,02%), AE2 (55,72%) e DMP (3,14 mm) encontrados para o T7 (**Tabela 2**) podem ser explicados pela presença de plantas daninhas na área, que se encontrava em pousio. Já para T2, que apresentou AE2 igual a 50,68% e DMP de 2,86 mm (**Tabela 2**), a agregação do solo pode ter sido influenciada pela presença de braquiária em consórcio com o milho.

Conforme Mielniczuk (1999), os exsudados orgânicos provenientes das raízes operam como agentes cimentantes das partículas do solo. Além disso, esses compostos são capazes de estimular a ação microbiana, que passa a liberar ácidos húmicos e polissacarídeos, substâncias que, também, atuam como agregadores das partículas minerais do solo (Castro filho et al., 1998).

O sistema radicular profundo e volumoso dessas plantas pode, ainda, ter contribuído para agregação. Visto que, as raízes, em geral, exercem pressão sobre as partículas do solo, promovendo sua aproximação (Bayer & Mielniczuk, 2008; Calonego & Rosolem, 2008).

Castro, Calonego e Crusciol (2012), avaliando as propriedades físicas do solo no segundo ano de um sistema de rotação, em um Latossolo Vermelho distroférico, afirmam que a permanência do solo em pousio afeta negativamente a sua estruturação e reduz a estabilidade dos agregados. O resultado oposto ao encontrado neste estudo pode estar associado ao tempo de avaliação do sistema de cultivo, uma vez que no presente trabalho as avaliações foram realizadas no primeiro ano do sistema.

O tratamento T7 apresentou IEA estatisticamente igual ao CN, com valores de 94,14% e 89,47%

(**Tabela 2**) respectivamente, indicando melhor estruturação do solo nessas áreas. Esse resultado confirma que a presença de plantas com sistema radicular mais agressivo foi capaz de agregar o solo, proporcionando um índice de estabilidade equivalente ao solo com cobertura nativa.

CONCLUSÕES

O preparo do solo afetou sua qualidade física no primeiro ano do sistema intensificado de cultivo, acarretando redução da estabilidade dos agregados nos tratamentos com área cultivada se comparados ao ambiente de solo com cobertura nativa. Nessa avaliação, os tratamentos ainda não apresentam diferenciação substancial.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Milho e Sorgo, à FAPEMIG, ao CNPq e à UFSJ.

REFERÊNCIAS

- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. de A.; SILVA, L.S. da; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A. de O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2.ed. Revista atual. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p.7 - 18.
- BERTOL, I; ALBUQUERQUE, J. A.; LEITE, D; AMARAL, A. J.; ZOLDAN JUNIOR, W. A. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas às do campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 01, p. 155-65, 2004.
- CALONEGO, J.C.; ROSELEM, C.A. Estabilidade de agregados do solo após manejo com rotações de culturas e escarificação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 04, p.1399-1407, 2008.
- CALONEGO, J. C.; BORGHI, E. & CRUSCIOL, C. A. C. Intervalo hídrico ótimo e compactação do solo com cultivo consorciado de milho e braquiária. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, Viçosa, v. 35, n. 06 p. 2183-2190, 2011.
- CASTRO, G. S.A.; CALONEGO, J. C.; CRUSCIOL, C. A. C. Propriedades físicas do solo em sistemas de rotação de culturas conforme o uso de corretivos da acidez. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.12, p.1690-1698, 2011.
- CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O. & PODANOSCHI, A.L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo Roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo de amostras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, n. 03, p. 527- 538, 1998.

CONAB - Companhia nacional de abastecimento. Safra 2015/2016. Disponível em <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/estudo_safr_a.pdf>. Acesso em 18 de maio de 2016.

COSTA JUNIOR, C.; PÍCCOLO, M. C.; NETO, M. S.; CAMARGO, P. B.; CERRI, C. C.; BERNOUX, M. Carbono em agregados do solo sob vegetação nativa, pastagem e sistemas agrícolas no bioma Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 04, p. 1311-1321, 2012.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análises de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, DF: Embrapa Solos, 230p. 2011

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Brasília, DF: Embrapa Solos, 353 p. 2013.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. **ExpDes: Experimental Designs package**. R package version 1.1.2. 2013. Disponível em: <<http://CRAN.R-project.org/package=ExpDes>>. Acesso em: 23 ago. 2013.

HAKANSSON, I.; VOORHEES, W.B. & RILEY, H. Vehicle and wheel factors influencing soil compaction and crop response in different traffic regimes. *Soil Till. Res.*, 11:239-282, 1988.

LIMA, J. S. S.; SILVA, S. A.; SILVA, J. M. Variabilidade espacial de atributos químicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado em plantio direto. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 44, n. 01, p. 16-23, 2013.

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A.O., eds. **Fundamentos da matéria orgânica do solo - ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre, Genesis, 1999. p.1-8.

OLIVEIRA, G.C.; DIAS JÚNIOR, M.S.; RESCKN, D.V.S.; CURTI, N. Caracterização química e físico-hídrica de um Latossolo Vermelho após vinte anos de manejo e cultivo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 327-336, 2004.

PEDROTTI, A.; PAULETTO, E.A.; GOMES, A. da S.; TURATTI, A.L.; CRESTANA, S. Sistemas de cultivo de arroz irrigado e a compactação de um Planossolo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 04, p.709- 715, 2001.

SALTON, J.C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P.C.; FABRÍCIO, A.C.; MACEDO, M.C.M.; BROCH, D.L. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 01, p. 11- 21, 2008.

Tabela 2 – Valores médios para macroagregados, microagregados, agregados estáveis maiores que 2mm (AE2), Índice de estabilidade de agregados (IEA) e diâmetro médio ponderado (DMP), para os diferentes usos do solo e para as duas profundidades.

Manejos	Macroagregados	Microagregados	AE2	IEA	DMP (mm)
	-----%-----				
T1	73,83 c	26,17 a	36,66 c	85,26 b	2,33 c
T2	76,83 c	23,17 a	50,68 b	85,34 b	2,86 b
T3	70,45 c	29,55 a	38,77 c	82,62 b	3,36 c
T4	71,02 c	28,98 a	42,76 c	81,77 b	2,52 c
T5	71,17 c	28,83 a	40,54 c	83,33 b	2,44 c
T6	76,40 c	26,60 a	44,68 c	86,96 b	2,66 c
T7	81,98 b	18,02 b	55,72 b	89,47 a	3,14 b
T8	73,44 c	26,56 a	37,41 c	85,53 b	2,35 c
CN	89,74 a	10,26 c	76,30 a	94,14 a	3,99 a
CV (%)	10,49	33,39	31,79	6,51	23,67

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de variância pelo teste de Scott-Knott.