



Distribuição de poros no solo em área cultivada com cana-de-açúcar e submetida a diferentes sistemas de preparo⁽¹⁾

Leonardo Rodrigues Barros⁽²⁾; Everton Martins Arruda⁽³⁾; Risely Ferraz de Almeida⁽⁴⁾; Emmerson Rodrigues Moraes⁽⁵⁾; Luis Augusto da Silva Domingues⁽⁶⁾; Regina Maria Quintão Lana⁽⁷⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Usina Jalles Machado.

⁽²⁾ Mestrando do curso de Pós-Graduação em Agronomia (Área de concentração Solo e Água), Universidade Federal de Goiás; Goiânia, Goiás. E-mail: leonardoagro92@hotmail.com; ⁽³⁾ Doutorando em Agronomia; Universidade Federal de Goiás; Goiânia, Goiás; ⁽⁴⁾ Doutoranda em Ciência do Solo, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho; Jaboticabal, São Paulo; ⁽⁵⁾ Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia; Morrinhos, Goiás; ⁽⁶⁾ Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia; Uberlândia, Minas Gerais; ⁽⁷⁾ Professora do curso Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia; Uberlândia, Minas Gerais.

RESUMO: O monitoramento da qualidade física dos solos do cerrado em produção intensiva de cana-de-açúcar busca formas sustentáveis de uso e manejo. Com isso, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a distribuição de poros em um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico argiloso cultivado com cana-de-açúcar submetido a diferentes sistemas de preparo de solo. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, esquema fatorial com parcelas subdivididas 6 x 3 (sistemas de preparo e camadas de solo), com quatro repetições. Os preparos de solo foram: 1. Arado de Aiveca + Grade; 2. Subsolador + Grade; 3. Sulcação direta; 4. Subsolador + Sulcação direta; 5. Destruidor de soqueira + Subsolador; 6. Destruidor de soqueira + Grade + Arado de Aiveca + Grade. As camadas de solo foram avaliadas em 0-0,2; 0,2-0,4 e 0,4-0,6 m. Os maiores valores de macroporosidade do solo foram verificados na camada de 0-0,2 m nos sistemas Sulcação direta, Subsolador + Sulcação direta e Grade + Arado de Aiveca + Grade. Somente o sistema Sulcação direta apresentou diferença estatística nas avaliações entre camadas de solo, onde 0-0,2 m apresentou maiores valores de macroporosidade do solo em relação às camadas 0,2-0,4 e 0,4-0,6 m. O sistema de preparo de solo com Arado de Aiveca + Grade apresentou baixos valores de macroporosidade do solo. O sistema de preparo de solo com Sulcação direta em cultivo de cana-de-açúcar apresenta melhor qualidade física do solo, como observado nos valores de macroporosidade do solo.

Termos de indexação: Manejo do solo, cana-soca, cerrado.

INTRODUÇÃO

As atuais técnicas de manejo da cultura da cana-de-açúcar utilizam um vigoroso revolvimento do solo por ocasião do plantio, com uso de arados, grades pesadas e subsoladores (Centurion et al., 2007). Com isso, nos últimos anos, passou a questionar o preparo do solo em áreas de produção de cana-de-

açúcar, buscando-se como alternativas a adoção de sistemas conservacionistas que priorizem mínimos revolvimentos (Arruda et al., 2015).

O fato é que, quando as operações de preparo de solo não são executadas com tecnologias próprias para cada classe de solo em uso, as propriedades estruturais dos solos são alteradas. Tais alterações são mais pronunciadas em sistemas de preparo convencionais do que em sistemas conservacionistas, que visam manter o solo protegido e com qualidade (Bertol et al., 2004).

A densidade e a porosidade do solo refletem o impacto dos estresses aplicados ao solo pelos sistemas de preparo e pelo tráfego de máquinas na área (Kay; Angers, 2000). Estas avaliações são referentes às mensurações de compactação dos solos agrícolas (Abrel et al., 2004) e afetam a distribuição do tamanho dos poros, e por consequência, a disponibilidade de água as plantas (Machado et al. 2008).

Os diferentes sistemas de preparo de solo e suas influências no comportamento físico dos solos, não somente, pertinentes ao cultivo da cana-planta, mas suas alterações nas soqueiras de cana-de-açúcar, possuem fundamental importância em relação ao suprimento de água, oxigênio e nutrientes na cultura ao longo das seguintes safras.

Com isso, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a distribuição de poros em um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico argiloso cultivado com cana-de-açúcar submetido a diferentes sistemas de preparo de solo.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em sistema de produção de cana-de-açúcar em área de reforma de canavial, variedade CTC 02. O experimento foi implantado no ano de 2009 e avaliado na segunda cana-soca, safra 2011/2012, na Usina Jalles Machado, localizada no município de Goianésia-GO, dentre as coordenadas 15° 10' de latitude sul e 49° 15' de longitude oeste. O clima predominante da região é o tipo climático Aw (Megatérmico) ou tropical de



savana, quente e úmido com verões chuvosos de acordo com a classificação de Köppen. As unidades experimentais foram constituídas de 19,5 m de largura e 50 m de comprimento, compostas por 13 linhas de cana-de-açúcar em espaçamento de 1,5 m. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições, em esquema fatorial 6 x 3, com parcelas subdivididas (sendo os fatores de parcela, os sistemas de preparo de solo e os fatores de subparcela, as camadas de solo). O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico argiloso (EMBRAPA, 2013). Os tratamentos foram os sistemas de preparo de solo utilizados na reforma do canavial: 1. AA+G (Arado de Aivecas, atuando em profundidade média de 0,35 a 0,4m + Grade Leve, atuando em profundidade média de 0,15 a 0,2m). 2. SS+G (Subsolador, atuando em profundidade média de 0,4m + Grade Leve). 3. SD (Dessecação + Sulcação Direta, Sulcador atuando em profundidade média de 0,3 a 0,4m). 4. SS+SD (Subsolador + Sulcação Direta). 5. DS+SS (Destruidor de soqueiras (Eliminador de antigas socas), atuando em profundidade média de 0-0,2m + Subsolador. 6. DS + GAAG (Destruidor de soqueiras + Grade Leve + Arado de Aivecas + Grade Leve).

Foram coletadas amostras do tipo indeformadas nas camadas 0 – 0,2; 0,2 – 0,4 e 0,4 – 0,6 m nas parcelas, em quatro repetições. Foi utilizado um amostrador tipo Uhland e um anel de metal de Koppecky com volume interno definido para determinar a porosidade total do solo, a macroporosidade e a microporosidade do solo. Todas as determinações foram realizadas de acordo com a metodologia da Embrapa (1997). Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($P < 0,01$ e $0,05$) e, quando significativas às médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), pelo programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de macroporosidade do solo apresentaram diferença estatística ($P < 0,05$) entre os sistemas de preparo e as camadas (Tabela 04). Os maiores valores de macroporosidade do solo foram verificados na camada de 0-0,2 m nos sistemas Sulcação direta (SD), Subsolador + Sulcação direta (SS+SD) e Grade + Arado de Aiveca + Grade (GAAG).

A maior macroporosidade do solo em sistemas de cultivo mínimo (SD e SS+SD) podem ocorrer pelo maior aporte de material orgânico que estes sistemas conservacionistas proporcionam (Arruda et al., 2015), e também pela cana-de-açúcar acumular grande quantidade de raízes na camada de 0-0,2 m (Blackburn, 1984), principalmente em cana-soca (Faroni & Trivelin, 2006) o que favorece a formação

dos macroporos (Mazurana et al., 2011). Os resíduos do sistema radicular da cana-de-açúcar do ciclo anterior de produção e o processo de renovação radicular contínuo entre as soqueiras do ciclo atual, através da decomposição das raízes secundárias, deve ter promovido o surgimento de novos poros (bioporos).

Resultados semelhantes foram encontrados por Paulino et al., (2004) pesquisando sistemas de preparo de solo em cana-soca, estes autores verificaram maiores valores de macroporosidade do solo em cultivo mínimo. Camilotti et al., (2005) estudando plantio convencional e plantio direto, dentre eles o subsolador, não identificaram diferenças estatísticas para macroporosidade.

O sistema de preparo DS + GAAG também apresentou elevados valores de macroporosidade do solo, sendo estatisticamente semelhante ao SD e SS+SD. Tormena et al., (2004) em Latossolo Vermelho distrófico verificaram maiores valores de macroporosidade do solo em áreas cultivadas em sistema convencional (arado de aiveca e grade leve), comparado com sistema conservacionista (sulcação direta) e preparo mínimo (escarificação e grade leve).

Somente o sistema SD apresentou diferença estatística ($P < 0,05$) nas avaliações entre camadas de solo, onde 0-0,2 m apresentou maiores valores de macroporosidade do solo em relação às camadas 0,2-0,4 e 0,4-0,6 m. Este fato pode ser explicado em razão do revolvimento do solo em sistemas conservacionistas ser restrito às camadas superficiais. A ausência de diferença estatística ($P > 0,05$) para macroporosidade do solo em sistemas convencionais ocorreu provavelmente pela ação dos implementos agrícolas em maiores profundidades do solo, homogeneizando o perfil do solo, o que geralmente não acontece em sistemas conservacionistas (SD).

O sistema de preparo de solo com Arado de Aiveca + Grade (AA+G) apresentou baixos valores de macroporosidade do solo (próximos de $0,08 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$), valores inferiores ao limite considerado como crítico, sinalizando processo de compactação do solo. O valor mínimo de espaço poroso ocupado pelo ar deve ser de $0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ (Dexter, 1988; Tormena et al., 2004), sendo este, ainda possível o desenvolvimento normal do sistema radicular da cana-de-açúcar (Vomocil; Flocker, 1961) e da maioria das culturas (Argenton et al., 2005). Os demais sistemas de preparo de solo obtiveram valores médios acima de $0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, indicando que as condições de aeração e disponibilidade de água foram adequadas ao desenvolvimento da cana-de-açúcar.

Os valores de microporosidade e densidade do solo não diferiram estatisticamente ($p > 0,05$) entre os sistemas de preparo de solo e as camadas de solo (Tabela 01). Resultados semelhantes foram encontrados por Centurion et al., (2007).



O fato do sistema conservacionista (SD) ser visto de forma positiva para produção de cana-de-açúcar, em razão aos menores custos de produção que estes sistemas proporcionam: como energia (óleo diesel), mão-de-obra, depreciação de máquinas agrícolas, entre outras. Também se pode ressaltar as vantagens do SD em relação à qualidade do solo, como maiores valores de macroporosidade do solo.

CONCLUSÕES

O sistema de preparo de solo com Sulcação direta em cultivo de cana-de-açúcar apresenta melhor qualidade física do solo, como observado nos valores de macroporosidade do solo. Por isso, recomenda-se ao agricultor adotar sistemas de preparo do solo conservacionistas na agricultura.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem as agências de fomento pelo auxílio através de bolsas e financiamento para a divulgação do trabalho: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG). A Usina Jalles Machado pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

ABREU, S. L.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. Escarificação mecânica e biológica para a redução da compactação em Argissolo Franco-arenoso sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28:519- 531, 2004.

ARGENTON, J.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; WILDNER, L. P. Comportamento de atributos relacionados com a forma de estrutura de um Latossolo Vermelho sob sistemas de preparo e plantas de cobertura. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 29:425-35, 2005.

ARRUDA, E. M; ALMEIDA, R. F; SILVA JUNIOR, A. C; RIBEIRO, B. T.; SILVA, A. A; LANA, R. M. Q. Aggregation and organic matter content in different tillage systems for sugarcane. *African Journal of Agricultural Research*. 10:281-288, 2015.

BERTOL, I.; ALBUQUERQUE, J.A.; LEITE, D.; AMARAL, A.J.; ZOLDAN JÚNIOR, W. 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*, 28:155-163, 2004.

BLACKBURN, F. Sugarcane. New York: Longman, 1984. 414p

BERTOL, I.; ALBUQUERQUE, J. A.; LEITE, D.; AMARAL, A. J.; ZOLDAN JÚNIOR, W. 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*, 28:155-163, 2004.

CAMILOTTI, F.; ANDRIOLI, I.; DIAS, F. L. F.; CASAGRANDE, A. A.; SILVA, A. R.; MUTTON, M. A.; CENTURION, J. F. Efeito prolongado de sistemas de preparo do solo com e sem cultivo de soqueira de cana crua em algumas propriedades físicas do solo. *Engenharia Agrícola*, 25:189-198, 2005.

CENTURION, J. F.; FREDDI, O. S.; ARATANI, R. G.; ETZNER, A. F. M.; BEUTLER, A. N.; ANDRIOLI, I. Influência do cultivo da cana-de-açúcar e da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de Latossolos Vermelhos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31:199-209, 2007.

DEXTER, A. R. Advances in characterization of soil structure. *Soil & Tillage Research*, 11:199-238, 1988.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1997. 212 pp.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (2013). Sistema Brasileiro de classificação de Solos. 3ª. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 350 pp.

FARONI, C. E.; TRIVELIN, P. C. O. Quantificação de raízes metabolicamente ativas de cana-de-açúcar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41:1007-1013, 2006.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium*, 6:36-41, 2008.

KAY, B.D.; ANGERS, D.A. Soil structure. In: Summer, M.E. (ed). *Handbook of soil science*. New York: CRC Press, A229-A275, 2000.

MACHADO, J. L; TORMENA, C. A; FIDALSKI, J; SCAPIM, C. A. Inter-relações entre as propriedades da curva de retenção de água de um latossolo sob diferentes sistemas de uso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32:495-502, 2008

MAZURANA, M; LEVIEN, R; MULLER, J; CONTE, O. Sistemas de preparo de solo: Alterações na estrutura do solo e rendimento das culturas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 35:1197-1206, 2011.

PAULINO, A. F.; MEDINA, C. C.; AZEVEDO, M. C. B.; SILVEIRA, K. R. P.; TREVISAN, A. A.; MURATA, I. M. Escarificação de um latossolo vermelho na pós-colheita de soqueira de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28: 911-917, 2004.

TORMENA, C. A.; FRIEDRICH, R.; PINTRO, J. C.; COSTA, A. C. S.; FIDALSKI, J. Propriedades físicas e taxa de estratificação de carbono orgânico num Latossolo Vermelho após dez anos sob dois sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 28):1023-1031, 2004.

VOMOCIL, J. A.; FLOCKER, W. J. Effect of soil compaction on storage and movement of soil air and water. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, 4:242-6, 1961.

Tabela 01. Volume total de poros, macroporosidade e microporosidade em soqueira de cana-de-açúcar submetida a diferentes sistemas de preparo de solo na região do cerrado, em Goianésia – Goiás, safra 2011/2012.

Camadas (m)	Sistemas de Preparo de Solo					
	AA+G	SS+G	SD	SS+SD	DS+SS	DS+GAAG
Volume Total de Poros (m ³ m ⁻³)						
0,0 – 0,2	0,45 aA	0,44 aA	0,47 aA	0,47 Aa	0,44 aA	0,49 aA
0,2 – 0,4	0,49 aA	0,46 aA	0,43 aA	0,44 aA	0,45 aA	0,46 aA
0,4 – 0,6	0,46 aA	0,47 aA	0,43 aA	0,47 aA	0,46 aA	0,45 aA
Macroporosidade (m ³ m ⁻³)						
0,0 – 0,2	0,08 b A	0,09 b A	0,14aA	0,12 ab A	0,09 b A	0,12 ab A
0,2 – 0,4	0,09 aA	0,11aA	0,09 a B	0,10aA	0,11aA	0,11 A
0,4 – 0,6	0,08aA	0,09aA	0,09 a B	0,10aA	0,10aA	0,09 A
Microporosidade (m ³ m ⁻³)						
0,0 – 0,2	0,36 aA	0,35 aA	0,34 aA	0,35 aA	0,35 aA	0,38 aA
0,2 – 0,4	0,39 aA	0,34 aA	0,34 aA	0,33 aA	0,34 aA	0,34 aA
0,4 – 0,6	0,38 aA	0,37 aA	0,35 aA	0,38 aA	0,35 aA	0,36 aA

AA+G: Aiveca + grade; SS+G: Subsolador + grade; SD: Sulcação direta); SS+SD: Subsolador; DS+SS: Destruidor de soqueiras + subsolador; DS+GAAG: Destruidor de soqueiras + grade + aiveca + grade. Médias seguidas por letras distintas maiúsculas na coluna (compara profundidades dentro do mesmo tratamento) e minúscula na linha (compara tratamentos) diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).