

DISTRIBUIÇÃO DA POROSIDADE DO SOLO EM RESPOSTA AO CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR

Eduardo Antonio dos Santos Mendonça¹, Roberta Queiroz Cavalcanti², Camila Gomes Bezerra de Melo³, Davi de Farias Thorpe⁴, Renato Paiva de Lima⁵, Mário Monteiro Rolim⁶

RESUMO: O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência do cultivo da cana-de-açúcar na distribuição de tamanho de poros do solo. Para este estudo, três áreas com diferentes usos da terra foram selecionadas: Mata Atlântica (MT), solo recém revolvido por preparo do solo (PS) e cultivo sucessivo de cana-de-açúcar (CA). Amostras com estrutura preservada foram coletadas utilizando anéis cilíndricos com diâmetro e altura de 5 cm. Em cada área, foram coletadas amostras nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm de profundidade, com quatro repetições, nas quais foram medidas a porosidade total, a macroporosidade, mesoporosidade e microporosidade. Práticas de preparo de solo e o sucessivo cultivo da cana-de-açúcar reduziram a porosidade total e a microposidade do solo em relação à condição de vegetação natural (Mata Atlântica). O preparo do solo aumentou o volume de mesoporos como uma consequência da redução da macroporosidade. O preparo do solo pode resultar em maior mecanismo de distribuição de água no solo em relação ao solo de Mata Atlântica e ao cultivo de cana-de-açúcar, a assim como o armazenamento de água no solo pode ser reduzido por ação do preparo do solo e do ciclo de cultivo de cana-de-açúcar.

PALAVRAS-CHAVE: Saccharum; compactação do solo; colheita semi-mecanizada.

SOIL PORE SIZE DISTRIBUTION IN RESPONSE TO SUGARCANE CULTIVATION

¹Estudante, Bacharelado em Engenharia Agrícola e Ambiental, DEAGRI, UFRPE, CEP 52171-900, Recife, PE. Fone (81) 995897589. E-mail : edwardontn@gmail.com

² Mestre em Engenharia Agrícola, Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE.

³ Graduada em Engenharia Agrícola e Ambiental, Mestranda em Engenharia Agrícola, DEAGRI, UFRPE, Recife, PE.

⁴ Graduado em Engenharia Agrícola e Ambiental, DEAGRI, UFRPE, Recife, PE.

⁵ Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, Pós-Doutorando em Engenharia Agrícola, DEAGRI, UFRPE, Recife, PE.

⁶ Prof. Doutor, DEAGRI, UFRPE, Recife, PE.

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the influence of sugarcane cultivation on soil pore size distribution. For this study, three areas with different land uses were selected: Atlantic Forest (MT), recently tilled soil (PS) and successive cultivation of sugarcane (CA). Samples with undisturbed soil structure were collected using cylindrical rings with diameter and height of 5 cm. In each area, samples were collected in the layers 0-10, 10-20 and 20-30 cm deep, with four replications, in which total porosity, macroporosity, mesoporosity and microporosity were measured. Soil tillage practices and the successive cultivation of sugarcane reduced the total porosity and soil microporosity in relation to the condition of natural vegetation (Atlantic Forest). Tillage increased the volume of mesopores as a consequence of macroporosity reduction. Soil tillage may result in a greater mechanism of soil water distribution in relation to Atlantic Forest soil and sugarcane cultivation, as well as soil water storage can be reduced by soil tillage and successive sugarcane cultivation cycle.

KEYWORDS: water availability, soil structure, physical soil quality.

INTRODUÇÃO

Uma das principais culturas agrícolas do mundo, a cana-de-açúcar é cultivada em 100 países e, representa uma importante fonte de mão de obra no meio rural. Apesar desta difusão mundial, cerca de 80% da produção do planeta estão concentradas em dez países. Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab, 2019), o Brasil segue na condição de maior produtor de cana-de-açúcar do mundo. Com o aumento das áreas de produção de cana-de-açúcar, a implementação da mecanização e de atividades de preparo do solo estão cada vez mais vinculados aos ciclos de produção (Silva et al., 2018). Nesse contexto, o preparo inicial do solo, seguido pelo tráfego de veículos cada vez mais pesados, que atuam em variadas condições de umidades para operações de cultivo e colheita, podem ocasionar mudanças na estrutura do solo ao longo dos ciclos de cultivo, o que pode provocar decaimento no potencial de crescimento da planta (Oliveira et al., 2010). A porosidade governa o fluxo de ar e água no solo, sendo umas das principais medidas de mudanças estruturais no solo (Lima et al., 2015; Reichert et al., 2016). Por ser uma condição dinâmica, sensível a mudanças, e facilmente mensurável, a porosidade do solo é um dos principais indicadores do *status* estrutural em solos agrícolas (Ortiz, 2016). A porosidade total representa o volume total de poros no sistema composto por sólidos e vazios no solo. Entretanto, sob uma mesma condição de porosidade total, o solo pode apresentar distribuição diferente em relação ao tamanho de poros. Isso

significa que o arranjo estrutural das partículas, que é dado pela estrutura, pode resultar em diferentes proporções de macroporos, mesoporos e microporos. Cada fração de poros é responsável por uma função específica no solo, e a variação de sua proporção, que pode ser alterada em função do cultivo agrícola, confere mudanças na aeração, no fluxo e armazenamento de água no solo. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a influência do cultivo da cana-de-açúcar da distribuição de tamanho de poros do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Estação Experimental de Cana-de-açúcar do Carpina (EECAC-UFRPE) ($7^{\circ}51'9''S$, $35^{\circ}14'14''W$), situada no município de Carpina, zona da mata setentrional de Pernambuco, onde foram realizadas coletas de solo para a análise física do solo. O solo da área experimental é classificado como Argissolo Amarelo Distrocoeso. Para este estudo, três áreas com diferentes usos da terra foram selecionadas: Mata Atlântica (MT), a qual consiste em uma área caracterizada por um fragmento intacto de Mata Atlântica; área sob preparo do solo (PS), a qual consiste em uma área previamente preparada, com gradagem até aproximadamente 30 cm de profundidade; e área cultivada com cana-de-açúcar (CA), onde esta área encontrava-se sob sexto corte, e, portanto, submetida a cinco sucessivos anos de colheita (Figura 1).

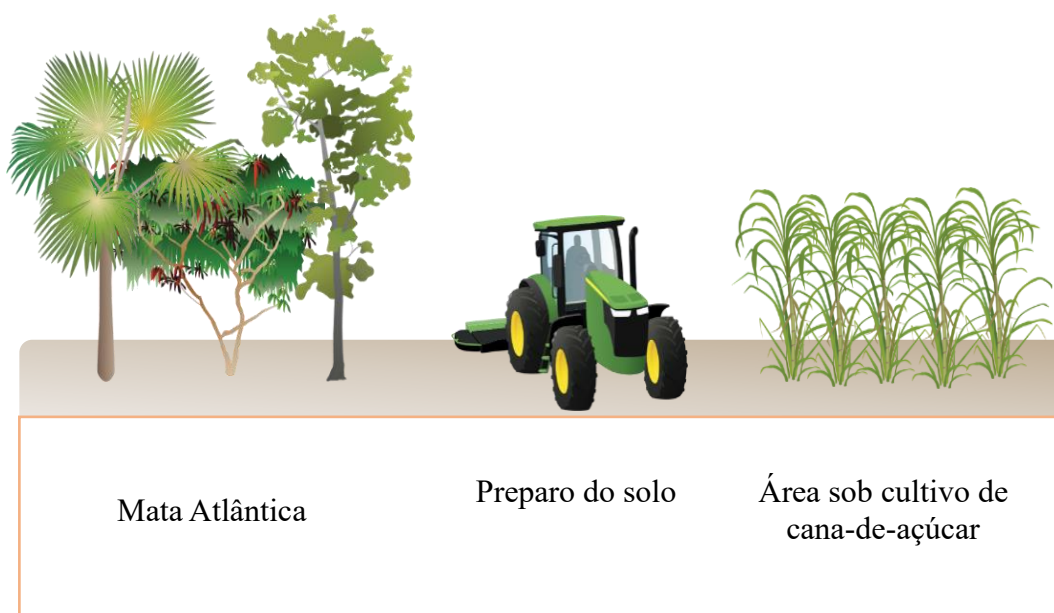


Figura 1. Ilustração dos tratamentos utilizados no experimento. Adaptado de Cherubin et al. (2017).

Amostras com estrutura preservada foram coletadas utilizando anéis cilíndricos com diâmetro e altura de 5 cm. Em cada área, foram coletadas amostras nas camadas de 0-10, 10-20

e 20-30 cm de profundidade, com quatro repetições, totalizando 36 amostras. As amostras foram analisadas no Laboratório de Aproveitamento de Resíduos e Mecânica dos Solos – UFRPE. No laboratório, as amostras com estrutura preservada foram preparadas, saturadas por 24 h e posteriormente conduzidas para a mesa de tensão. As amostras foram submetidas aos potenciais matriciais de 30 hPa, e posteriormente de 100 hPa, a partir dos quais foram extraídas a porosidade total (PT), macroporosidade (MA), mesoporosidade (ME) e microporosidade (MI), seguindo as metodologias sugeridas por EMBRAPA (1997) e Koorevaar et al. (1983). Os dados foram submetidos à análise de variância para cada camada, com o intuito de detectar diferença entre os tratamentos. As médias foram testadas via teste de Tukey a 5% de probabilidade. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados no Software R (R Core Team, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2A mostra a distribuição da PT nas três áreas avaliadas. A PT foi significativamente reduzida devido ao preparo do solo (PS) e o cultivo da cana-de-açúcar (CA) em relação às condições naturais de solo da MT. A PT sob o solo de MT variou entre aproximadamente 45 e 50%, sendo maior na camada superficial. O PS e o CA reduziram a PT em aproximadamente 5-10% em relação à área de MT. A Figura 2B mostra que o PS reduziu significativamente a MA nas camadas de 0-0,10 e 0,10-0,20 m. Adicionalmente, houve valores de MA equivalentes entre as áreas avaliadas sob MT e CA nas camadas superficiais (Figura 2B).

Entretanto, valores de ME foram significativamente elevados na área PS relação às áreas MT e CA (Figura 2C), enquanto a MI foi significativamente reduzida devido ao preparo do solo e o cultivo da cana-de-açúcar em relação ao solo da MT (Figura 2D). Não houve diferença entre os valores observados para MT e cultivo da cana-de-açúcar para MI (Figura 2). O cultivo da cana-de-açúcar, que contempla o preparo inicial do solo e sucessivas colheitas anuais modificaram significativamente a distribuição do tamanho de poros em relação a uma condição natural, representada aqui pelo solo de MT.

A distribuição do tamanho dos poros foi medida neste estudo pela PT, MA, ME e MI. Embora a caracterização da PT seja de grande importância para as medições de qualidade física do solo, essa medida pouco indica sobre as mudanças na distribuição do tamanho dos poros (Zaffar & Sheng-Gao, 2015; Pires et al., 2017), uma vez que, sob uma mesma condição de PT

o solo pode apresentar variações à destruição interna dos poros, como foi observado, por exemplo, entre as áreas de PS e CA.

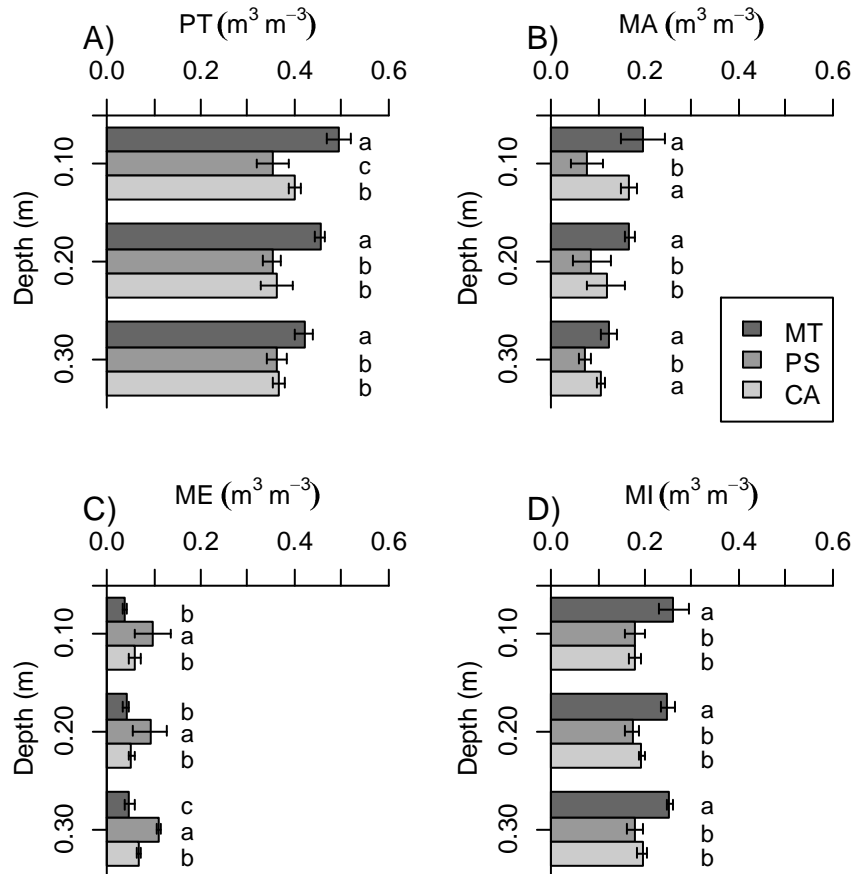


Figura 2. Porosidade total (PT), Macroporosidade (MA), Mesoporosidade (ME), Microporosidade (MI), em área de Mata Atlântica (MT), preparo do solo (PS) e cultivo de cana-de-açúcar (CA).

Os dados mostram que, quando as áreas com PT equivalentes são examinadas em termos de distribuição do tamanho dos poros (isto é, MA, ME e MI), a MA foi significativamente reduzida, enquanto os poros intermediários aumentaram (i.e. ME) em função do preparo do solo. Isso significa que, aparentemente, o preparo do solo pode ter causado a destruição de macroagregados e reduzido o espaço poroso que existia entre eles, reduzindo a MA em relação à área MT.

Os poros no solo exercem funções que controlam os mecanismos de aeração, fluxo de água e armazenamento de água no solo (Zaffar & Sheng-Gao, 2015; Lima et al., 2016). Embora os limites sejam arbitrários, Koorevaar et al. (1983) argumenta que os macroporos são responsáveis pela aeração e drenagem. Os mesoporos tem a função de conduzir água após o excesso ser drenado pelos macroporos, e portanto, eles possuem uma função que se divide em

um processo mais lento de drenagem e aeração. A água remanescente é então retida pelos microporos, e compõem o armazenamento de água no solo que estará disponível para as plantas e microorganismos. Examinando as funções de poros atribuídas por Koorevaar et al. (1983), é possível notar que o preparo do solo significativamente pode reduzir a capacidade de drenagem da água, que é governada por poros de tamanho maiores (por exemplo, MA) (Groenevelt et al., 2001; Lima et al., 2016), de modo que durante um escoamento superficial e chuvas intensas, a capacidade destes solos de drenarem rapidamente a água seja reduzido, tornando este solo bastante suscetível a processos erosivos.

Adicionalmente, com a redução observada na MA devido ao preparo do solo e cultivo da cana-de-açúcar, houve uma perda significativa da capacidade de aeração do solo sob essas práticas de cultivo, uma vez que as trocas gasosas entre a atmosfera e o solo são atribuídas aquela fração dos poros que permanecem vazios e cheios ar. A capacidade de armazenamento de água no solo, que é atribuída a MI (Groenevelt et al., 2001), também foi significativamente reduzida com o preparo do solo o cultivo da cana-de-açúcar, o que significa que o cultivo da cana-de-açúcar tende a diminuir a capacidade de retenção de água no solo. Em um sistema em equilíbrio, sob vegetação nativa, a estrutura do solo, dada pelo arranjo individual de suas partículas fundamentais (areia, silte e argila), normalmente encontra-se estável, com os agregados distribuídos de tal forma que a água seja retida em microagregados. Com a ação dos implementos e do tráfego por ocasião do cultivo da cana-de-açúcar, a estabilidade dos agregados é desfeita por ação mecânica, e a cimentação e pontes de carbono que compõem a estrutura são perdidos (Cherubin, 2019).

A perda na estrutura e arranjo espacial das partículas, tende a diminuir o armazenamento de água no solo. A Figura 3 mostra a distribuição geral (considerando as três camadas analisadas) dos efeitos do cultivo da cana-de-açúcar sobre os mecanismos de aeração, distribuição de água e retenção de água no solo baseados nas funções correspondentes dos macroporos, mesoporos e microporos.

No esquema da Figura 3, é possível observar que a aeração do solo foi reduzida com preparo do solo, mas foi recuperada à níveis próximos aos encontrados na MT durante o ciclo da cana-de-açúcar. A distribuição de água no solo foi elevada com o preparo do solo em relação ao solo de MT e CA, mas parece estar além do normalmente encontrado em solos de vegetação nativa. A Figura 3 também mostra que o armazenamento de água (atribuído a microporosidade) no solo foi reduzido por ação do preparo do solo e do cultivo de cana-de-açúcar.



Figura 3. Distribuição geral (considerando as três camadas analisadas) dos efeitos do cultivo da cana-de-açúcar sobre os mecanismos de aeração, distribuição de água e retenção de água no solo baseados nas funções correspondentes dos macro, meso e microporos. Adaptado de Cherubin et al. (2017).

CONCLUSÕES

Práticas de preparo de solo e o sucessivo cultivo da cana-de-açúcar reduziram a porosidade total e o microporosidade do solo em relação a uma condição de vegetação natural. O preparo do solo aumentou a quantidade de mesoporos como uma consequência da redução da macroporosidade. O cultivo da cana-de-açúcar tende a elevar a macroporosidade perdida com o preparo do solo, em um processo de transformação de mesoporos em macroporos. O preparo do solo pode resultar em maior mecanismo de distribuição de água no solo relação ao solo de Mata Atlântica e ao cultivo de cana-de-açúcar, assim como o armazenamento de água no solo pode ser reduzido por ação do preparo do solo e do ciclo de cultivo de cana-de-açúcar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cherubin, M. R., Franco, A. L., Guimarães, R. M., Tormena, C. A., Cerri, C. E., Karlen, D. L., Cerri, C. C. (2017). Assessing soil structural quality under Brazilian sugarcane expansion areas using Visual Evaluation of Soil Structure (VESS). *Soil and Tillage Research*, 173, 64-74.

Cherubin, M.R. et al. Crop residue harvest for bioenergy production and its implications on soil functioning and plant growth: **A review. Scientia Agrícola**, 75(3), 255-272 (2019).

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

Groenevelt, P.H., Grant, C.D., Semetsa, S., 2001. **A new procedure to determine soil water availability**. Aust. J. Soil Res. 39, 577–598.

Koorevaar, P.; Menelik, G.; Dirksen, C. Elements of soil physics. Amsterdam: Elsevier (1983).

Lima, R. P.; Rolim, M. M.; Oliveira, V. S.; Silva, A. R.; Pedrosa, E. M. R.; Ferreira, R. L. (2015). C.. Load-bearing capacity and its relationships with the physical and mechanical attributes of cohesive soil. **Journal of Terramechanics**, v. 58, p. 51-58.

Lima, R.P., da Silva, A.R., Da Silva, A.P., Leão, T.P., Mosaddeghi, M.R. (2016). soilphysics: an R package for calculating soil water availability to plants by different soil physical indices. **Computers and Electronics in Agriculture** 120, 63-71.

Oliveira, V. S.; Rolim, M. M.; Vasconcelos, R. F.; Costa, Y. D.; Pedrosa, E. M. Compactação de um Argissolo Amarelo distrocoeso submetido a diferentes manejos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n. 9, p.914–920.

Ortiz, P. F. S, Qualidade física do solo e susceptibilidade à erosão em Argissolo cultivado com cana-de-açúcar. 2016. 89f. **Dissertação de Mestrado** – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2016.

Pádua, E. J.; Guerra, A. R.; Zinn, Y. L. Modelagem da densidade do solo em profundidade sob vegetação nativa em Mina Gerais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.39, p.725-736, 2015.

Pires, L. F., Borges, J. A., Rosa, J. A., Cooper, M., Heck, R. J., Passoni, S., & Roque, W. L. (2017). Soil structure changes induced by tillage systems. **Soil and Tillage Research**, 165, 66-79.

Reichert, J. M., da Rosa, V. T., Vogelmann, E. S., da Rosa, D. P., Horn, R., Reinert, D. J., ... & Denardin, J. E. (2016). Conceptual framework for capacity and intensity physical soil properties affected by short and long-term (14 years) continuous no-tillage and controlled traffic. **Soil and Tillage Research**, 158, 123-136.

SAFRA Brasileira de Cana-de-Açúcar. Conab, 2019. Disponível em:
<<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar/>>.

Acesso em: 22 de Abr. de 2019

Silva, R. P., Rolim, M. M., Gomes, I. F., Pedrosa, E. M., Tavares, U. E., & Santos, A. N. (2018). Numerical modeling of soil compaction in a sugarcane crop using the finite element method. **Soil and Tillage Research**, 181, 1-10.

Zaffar, M., & Sheng-Gao, L. U. (2015). Pore size distribution of clayey soils and its correlation with soil organic matter. *Pedosphere*, 25(2), 240-249.