

CRESCIMENTO RADICULAR DURANTE QUATRO SAFRAS SUCESSIVAS DE COLHEITA MECANIZADA NO CULTIVO DA CANA-DE-AÇÚCAR

IGOR Q. M. VALENTE¹, ZIGOMAR M. SOUZA², GAMAL C. SOARES³, JEISON A. S. PARRA⁴, MARIA R. S. SANTOS⁵, LUIZA G. A. CABRAL⁶

¹Eng. Agrícola, Doutor em Engenharia Agrícola, FEAGRI-UNICAMP, Campinas-SP, valente.igm@gmail.com.

²Eng. Agrônomo, Prof. Titular, FEAGRI-UNICAMP, Campinas-SP

³Eng. Agrônomo, Doutorando em Engenharia Agrícola, FEAGRI-UNICAMP, Campinas-SP

⁴Eng. Agrícola, Doutorando em Engenharia Agrícola, FEAGRI-UNICAMP, Campinas-SP

⁵Graduando em Eng. Agrícola, FEAGRI-UNICAMP, Campinas-SP

⁶Bióloga, Mestranda em Engenharia Agrícola, FEAGRI-UNICAMP, Campinas-SP

Apresentado no
LIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2024
6 a 8 de agosto de 2024 – Natal – RN, Brasil

RESUMO: A cultura da cana-de-açúcar e de extrema importância para economia mundial, pois é utilizada para a produção de açúcar e biocombustíveis. Por se tratar de uma cultura que demanda o uso intensivo de máquinas agrícolas, problemas envolvendo a compactação do solo se torna prejudicial para cultura devido ao menor crescimento do sistema radicular. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar se as dimensões do sistema radicular (área e volume) é impactada ao longo de quatro ciclos sucessivos de colheita mecanizada na cultura da cana-de-açúcar. O estudo foi realizado em área comercial de cana-de-açúcar da Usina Cerradão, Município de Frutal, estado de Minas Gerais. Foram avaliados quatro tratamentos, correspondendo diferentes ciclos de colheita (cana planta, 1º soca, 2º soca e 3º soca). Após a colheita mecanizada, o sistema radicular foi avaliado nas camadas de 0,00-0,05 m, 0,05-0,10 m, 0,10-0,20 m e 0,20-0,40 m nos locais correspondentes a linha do rodado (LR) e linha de plantio (LP). O ciclo da cana planta e da primeira soca apresentaram maiores volume e área radicular em ambos os locais de avaliação. Porém, ao aumentar os ciclos de colheita ocorreu uma redução no crescimento radicular principalmente na LR.

PALAVRAS-CHAVE: compactação do solo, volume radicular, número de colheitas

EVALUATION OF SOIL CARBON STOCK AND ITS DYNAMICS OVER FOUR AGRICULTURAL HARVESTS IN SUGARCANE CULTIVATION

ABSTRACT: Sugarcane cultivation is extremely important for the world economy, as it is used to produce sugar and biofuels. As it is a crop that demands the intensive use of agricultural machinery, problems involving soil compaction become harmful to the crop due to less development of the root system. In this sense, the objective of this work was to evaluate whether the dimensions of the root system (area and volume) are impacted over four successive cycles of mechanized harvesting in sugarcane cultivation. The study was carried out in a commercial sugarcane area at Usina Cerradão, Municipality of Frutal, state of Minas Gerais. Four treatments were evaluated, corresponding to different harvest cycles (sugarcane plant, 1st ratoon, 2nd ratoon and 3rd ratoon). After mechanized harvesting, root systems were evaluated in layers of 0.00-0.05 m, 0.05-0.10 m, 0.10-0.20 m and 0.20-0.40 m in the corresponding locations the wheel line (LR) and planting line (LP). The sugarcane plant cycle and the first ratoon cycle showed greater root volume and area in both evaluation locations. However, when harvesting cycles increased, a decline in root development occurred mainly in LR.

KEYWORDS: root area, root volume, number of harvests

INTRODUÇÃO: A cultura da cana-de-açúcar e de extrema importância para economia mundial, pois é utilizada para a produção de açúcar e biocombustíveis (MARTÍNI et al., 2020). Por se tratar de uma cultura que demanda o uso intensivo de máquinas agrícolas, que na sua maioria apresentam diferentes configurações como tamanhos, pesos e funções (GUIMARÃES JÚNNYOR et al., 2019; JIMENEZ et al., 2021), problemas envolvendo a compactação do solo se torna prejudicial para cultura. Por serem máquinas pesadas e de grande tamanho, e devido ao tráfego contínuo ao longo dos ciclos da cultura da cana-de-açúcar, as mesmas favorecem de forma sucessiva a degradação da estrutura do solo devido as tensões transmitidas (BARBOSA et al., 2019; KELLER et al., 2019), o que leva a uma compactação do solo no final dos ciclos de produção com redução da produtividade e crescimento radicular (SOUZA et al., 2014; LOVERA et al., 2021; OLIVEIRA et al., 2022). Um sistema radicular bem desenvolvido e com uma distribuição uniforme no solo, permite que a planta explore uma maior quantidade de água disponível, aumentando sua resistência à seca, garantindo água para o crescimento e produção de biomassa radicular, obtendo os nutrientes necessários para a nutrição das plantas, impactando diretamente na produtividade e qualidade dos colmos (OTTO et al., 2011; LOVERA et al., 2021). Porém, os efeitos da compactação do solo causados pelo tráfego ao longo dos ciclos de cultivo (ORTIZ et al., 2023) reduz a biomassa seca radicular (BARBOSA et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2022). Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar se as dimensões do sistema radicular (área e volume) é impactada ao longo de quatro ciclos sucessivos de colheita mecanizada na cultura da cana-de-açúcar.

MATERIAL E MÉTODOS: O estudo foi realizado em área comercial de cana-de-açúcar da Usina Cerradão, Município de Frutal, estado de Minas Gerais, região sudeste do país (19°47,7'20" de latitude sul e 49°25,5'80" de longitude oeste e 534 m de altitude). Foram avaliadas quatro áreas experimentais correspondentes a diferentes ciclos (anos) de colheita da cana-de-açúcar: T1 = após primeira colheita - cana planta (área 1); T2 = após segunda colheita - primeira cana soca (área 2); T3 = após terceira colheita - segunda cana soca (área 3); e T4 = após quarta colheita - terceira cana soca (área 4). Para todos os tratamentos, foi adotado um espaçamento simples de 1,50 m nas entrelinhas. O sistema radicular da cana-de-açúcar foi avaliado em agosto de 2022, após a colheita da cana-de-açúcar para estudar o efeito do acúmulo do tráfego ao longo dos ciclos de colheita no crescimento do sistema radicular. A biomassa radicular foi avaliada pelo método da sondagem conforme metodologia descrita por Otto et al. (2011), em que as sondas em aço inoxidável com 1 m de comprimento e 0,055 m de diâmetro interno foram utilizadas para coletar as amostras de solo contendo as raízes, nos locais da LP e da LR, nas profundidades de 0,00-0,05, 0,05-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,40 m. Após a coleta, as amostras foram submetidas ao peneiramento úmido em água corrente e com auxílio de peneiras com malha de 2,0 mm para separar solo e as raízes. Posteriormente, as raízes foram secas a 65 °C durante 24 horas em estufas com ventilação e pesadas para obtenção da massa seca. As raízes foram digitalizadas por meio de um scanner óptico com resolução de 300 dpi e as imagens criadas foram processadas no software SAFIRA® para determinação da área (AR) e volume radicular (VR). Para cada tratamento foram retiradas 40 amostras de raízes, totalizando 160 amostras para todos os tratamentos. O delineamento experimental utilizado é em blocos ao acaso com quatro tratamentos, cinco repetições, dois locais de amostragem e quatro profundidades, totalizando vinte parcelas experimentais. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R Studio®. Para avaliar os efeitos dos tratamentos no atributo em estudado e nos locais de amostragem, foi utilizado uma análise fatorial tripla com tratamentos (quatro ciclos diferentes), camadas (quatro profundidades), local de amostragem (LP e LR) e suas respectivas interações. Os dados foram submetidos a análise de variância ANOVA, e quando ocorreu significância, fez-se a comparação de médias pelo teste t a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Após a colheita mecanizada da cultura da cana-de-açúcar, a dinâmica do volume e área radicular (VR e AR) apresentou distintas variações ao longo dos diferentes tratamentos e locais de avaliação (Figura 1). Para a interação dupla tratamentos vs. local de amostragem, o volume radicular (VR) apresentou diferenças significativas ($p < 0,05$) para as médias. Para a LP, os três primeiros ciclos de cultivo (T1, T2 e T3) foram equivalentes entre si, porém diferentes de T4 variando de $6,7 \text{ cm}^3 \text{ dm}^{-3}$ a $5,7 \text{ cm}^3 \text{ dm}^{-3}$ (Figura 1a). Diferentemente da LP, a LR teve para o ciclo da cana planta (T1) médias diferentes para os demais tratamentos, com T2 e T3 sendo equivalentes, porém diferentes de T4, respectivamente, com variação de $5,3 \text{ cm}^3 \text{ dm}^{-3}$ a $2,2 \text{ cm}^3 \text{ dm}^{-3}$. Além disso, diferenças significativas entre as médias foi obtida entre os locais de amostragem dentro do mesmo tratamento. Comportamento semelhante foi encontrado para a área radicular (AR), onde T1 e T2 foram equivalentes, mas com T1 tendo médias diferentes ($p < 0,05$) para T3 e T4 na LP, respectivamente, variando de $156,8 \text{ cm}^2 \text{ dm}^{-3}$ a $127,4 \text{ cm}^2 \text{ dm}^{-3}$ (Figura 1b). Para LR, o ciclo da cana-planta (T1) apresentou médias significativas ($p < 0,05$) diferente dos demais tratamentos, variando de $147,5 \text{ cm}^2 \text{ dm}^{-3}$ a $73,6 \text{ cm}^2 \text{ dm}^{-3}$ (Figura 1b). Com exceção do ciclo da cana planta (T1), os demais tratamentos apresentaram médias diferentes ao comparar os respectivos locais de amostragem.

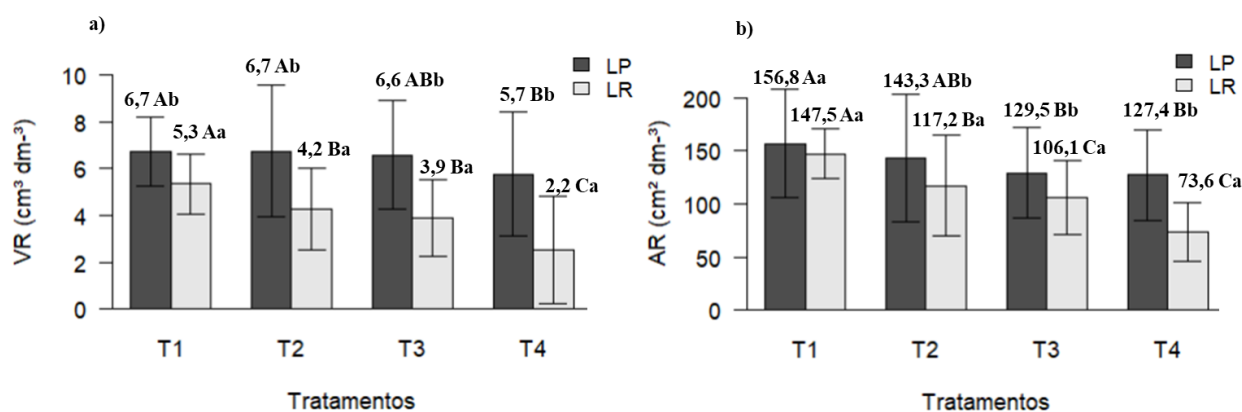


FIGURA 1. Crescimento do sistema radicular (área e volume) após colheita mecanizada para os quatro ciclos da cultura de cana-de-açúcar. Para a interação dupla tratamento vs. Local (Figuras 1a e 1b) valores seguidos pela mesma letra maiúscula (comparando tratamentos no mesmo local), minúscula (comparando os locais no mesmo tratamento) não diferem entre si (teste t, $p < 0,05$).

Os atributos do sistema radicular (VR e AR), foram maiores para o ciclo da cana planta (T1) (Figura 1). Segundo Alameda et al. (2012), a compactação do solo pode afetar as características e funcionamento das raízes, resultando em diminuição. De acordo com Esteban et al. (2019), o aumento da área superficial e do volume radicular favorece o desenvolvimento da parte área das plantas, por meio de uma maior exploração no volume do solo, logo, devido ao tráfego contínuo de máquinas ao longo dos cultivos da cultura, a compactação induzida tende a diminuir a área e o volume radicular, como consequência, diminuindo o potencial de absorção de água e nutrientes pela planta (SOUZA et al., 2014), ocasionando diminuição gradativa da produtividade.

CONCLUSÕES: O sistema radicular (volume e área) do solo apresentou distintas variações ao longo dos diferentes tratamentos e locais de avaliação. O ciclo da cana planta e da primeira soca apresentou maior volume e área radicular em ambos os locais de avaliação. Porém, ao aumentar os ciclos de colheita ocorreu uma redução no crescimento radicular principalmente na LR.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP (processo2021/09077-2), a Fundação Agrisus (processo 3054/21) pelo apoio financeiro e a Usina Cerradão pela disponibilidade do espaço para realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS:

- ALAMEDA, D.; ANTEN, N. P. R.; VILLAR, R. Soil compaction effects on growth and root traits of tobacco depend on light, water regime and mechanical stress. **Soil and Tillage Research**, v.120, p.121-129, 2012.
- BARBOSA, L. C.; SOUZA, Z. M.; FRANCO, H. C. J.; OTTO, R.; ROSSI NETO, J.; GARSIDE, A. L.; CARVALHO, J. L. N. Soil texture affects root penetration in Oxisols under sugarcane in Brazil. **Geoderma Regional**, v.13, p.15-25, 2018.
- BARBOSA, L. C.; MAGALHÃES, P. S. G.; BORDONAL, R. O.; CHERUBIN, M. R.; CASTIONI, G. A. F.; TENELLI, S.; FRANCO, H. C. J.; CARVALHO, J. L. N. Soil physical quality associated with tillage practices during sugarcane planting in south-central Brazil. **Soil and Tillage Research**, v.195, p.1-11, 2019.
- ESTEBAN, D. A. A.; SOUZA, Z. M.; TORMENA, C. A.; LOVERA, L. H.; LIMA, E. S.; OLIVEIRA, I. N.; RIBEIRO, N. P. Soil compaction, root system and productivity of sugarcane under different row spacing and controlled traffic at harvest. **Soil and Tillage Research**, v.187, p.60-71, 2019.
- GUIMARÃES JÚNNYOR, W. S.; DISERENS, E.; DE MARIA, I. C.; ARAUJO-JUNIOR, C. F.; FARHATE, C. V. V.; SOUZA, Z. M. Prediction of soil stresses and compaction due to agricultural machines in sugarcane cultivation systems with and without crop rotation. **Science of the Total Environment**, v.681, p.424-434, 2019.
- JIMENEZ, K. J.; ROLIM, M. M.; GOMES, I. F.; LIMA, R. P.; BERRÍO, L. L. A.; ORTIZ, P. F. S. Numerical analysis applied to the study of soil stress and compaction due to mechanised sugarcane harvest. **Soil and Tillage Research**, v.206, p.1-10, 2021.
- KELLER, T.; SANDIN, M.; COLOMBI, T.; HORN, R.; OR, D. Historical increase in agricultural machinery weights enhanced soil stress levels and adversely affected soil functioning. **Soil and Tillage Research**, v.194, p.1-12, 2019.
- LOVERA, L. H.; SOUZA, Z. M.; ESTEBAN, D. A. A.; OLIVEIRA, I. N.; FARHATE, C. V.; LIMA, E. S.; PANOSSO, A. R. Sugarcane root system: Variation over three cycles under different soil tillage systems and cover crops. **Soil and Tillage Research**, v.208, p.1-12, 2021.
- MARTÍNI, A. F.; VALANI, G. P.; BOSCHI, R. S.; BOVI, R. C.; SILVA, L. F. S.; COOPER, M. Is soil quality a concern in sugarcane cultivation? A bibliometric review. **Soil and Tillage Research**, v.204, p.1-8, 2020.
- OLIVEIRA, I. N.; SOUZA, Z. M.; BOLONHEZI, D.; TOTTI, M. C. V.; MORAES, M. T.; LOVERA, L. H.; LIMA, E. S.; ESTEBAN, D. A. A.; OLIVEIRA, C. F. Tillage systems impact on soil physical attributes, sugarcane yield and root system propagated by pre-sprouted seedlings. **Soil and Tillage Research**, v.223, p.1-13, 2022.
- ORTIZ, P. F. S.; ROLIM, M. M.; LIMA, R. P.; TORMENA, C. A.; CAVALCANTI, R. Q.; PEDROSA, E. M. R. A Soil physical assessment over three successive burned and unburned sugarcane annual harvests. **Sugar Tech**, v.25, n.3, p.518-530, 2023.
- OTTO, R.; SILVA, A. P. P.; FRANCO, H. C. J. C. J. J.; OLIVEIRA, E. C. A. C. A. A.; TRIVELIN, P. C. O. C. O. O. High soil penetration resistance reduces sugarcane root system development. **Soil and Tillage Research**, v.117, p.201-210, 2011.
- SOUZA, G. S.; SOUZA, Z. M.; SILVA, R. B.; BARBOSA, R. S.; ARAÚJO, F. S. Effects of traffic control on the soil physical quality and the cultivation of sugarcane. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, n.1, p.135-146, 2014.