

DENSIDADE DO SOLO APÓS COLHEITA MECANIZADA DA CANA-DE-AÇÚCAR SOB DIFERENTES CONFIGURAÇÕES DE TRANSBORDO

PEDRO L. S. TEIXEIRA¹, MAYARA G. DOS S. GOMES², DIEGO A. A. ESTEBAN³,
MÔNICA S. COSTA¹, ZIGOMAR M. SOUZA⁴

¹Graduandos em Engenharia agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP, p243165@dac.unicamp.br

²Eng. Agrônoma, Doutoranda, FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP, m263010@dac.unicamp.br

³Eng. Agrícola, Doutor em Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP, daaesteban@gmail.com

⁴Eng. Agrônomo, Professor Titular, FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP, zigomarms@feagri.unicamp.br

Apresentado no
LII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2023
18 a 21 de outubro de 2023 – Ribeirão Preto - SP, Brasil

RESUMO: O tráfego de máquinas na colheita mecanizada da cana-de-açúcar aumenta os níveis de compactação do solo, sendo a operação de transbordo que promove maior risco de mudanças negativas na estrutura do solo. O objetivo do trabalho foi avaliar a densidade do solo, após a colheita mecanizada da cana-de-açúcar com diferentes configurações de transbordo em Latossolo Vermelho distrófico. O trabalho foi conduzido em condições de campo no município de Frutal, estado de Minas Gerais, Brasil. Os tratamentos correspondem a diferentes configurações de transbordo utilizados durante a operação de colheita mecanizada da cana-de-açúcar: 1T/21 - trator com 185 cv + transbordo de 21 toneladas; 1T/30 - trator com 230 cv + transbordo de 30 toneladas; e 1C/20 - caminhão + transbordo de 20 toneladas. Realizou-se a amostragem do solo nas camadas superficiais (0,00-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m) nos locais correspondentes a entrelinha (EL) e linha de plantio (LP). Os tratamentos 1T/30 e 1C/20 apresentaram os menores valores de densidade do solo na linha de plantio, demonstrando a importância de ajustar corretamente as configurações dos transbordos e preservar a linha de plantio e permitir o crescimento radicular.

PALAVRAS-CHAVE: tráfego agrícola, compactação do solo, sustentabilidade

BULK DENSITY AFTER MECHANIZED HARVESTING OF SUGARCANE UNDER DIFFERENT TRANSSHIPMENT CONFIGURATIONS

ABSTRACT: However, the machinery traffic in the mechanized harvesting of sugarcane increase the levels of soil compaction, whit the transshipment operation being the one that promotes the greatest risk of negative changes in the soil structure. The objective of the work was to evaluate the soil density after mechanized harvesting of sugarcane with different configurations of transshipment in the Dystrophic Red Latosol. The work was carried out under field conditions located in the municipality of Frutal, Minas Gerais state, Brazil. The treatments correspond to different transshipment configurations used during the mechanized sugarcane harvesting operation: 1T/21 - tractor with 185 hp + transshipment of 21 tons; 1T/30 - tractor 230 hp + transfer of 30 tons; and 1C/20 - truck + transshipment with of 20 tons. After harvesting the sugarcane (1st ratoon cane), the soil was sampled in the superficial layers (0.00-0.10, 0.10-0.20 e 0.20-0.30 m) in the corresponding places between rows (EL) and planting row (LP). Treatments 1T/30 and 1C/20 had the lowest bulk density values in the planting line, demonstrating the importance of correctly adjusting the transshipment configurations and preserving the planting line, thus allowing better and root growth.

KEYWORDS: agricultural traffic, soil compaction, sustainability

INTRODUÇÃO: Ao longo do tempo, tem se observado que as pressões para o aumento das produções agrícolas, podem estar contribuindo para o aumento da compactação do solo, considerada um dos principais problemas ambientais causados pela agricultura em todo o mundo (FAO e ITPS, 2015). Sendo que a colheita mecanizada da cana-de-açúcar está sendo uma prática amplamente adotada na indústria sucroalcooleira e devido aos benefícios de eficiência e redução de custos que oferece ao setor esse modelo já é uma realidade na maior parte do Brasil (CONAB, 2023). No entanto, essa técnica pode resultar em impactos significativos no solo, incluindo a compactação e a modificação da sua estrutura (ESTEBAN et al., 2019). Nos sistemas atuais de produção da cana-de-açúcar, a colheita mecanizada de cana crua tem sido identificada como a operação mecanizada que impõe a maior compactação do solo (GUIMARÃES JÚNNYOR et al., 2019), sendo os transbordos rebocados por tratores os implementos que apresentam maior potencial de causar compactação (GUIMARÃES JÚNNYOR et al., 2019). A densidade do solo (DS) é a medida da relação entre a massa do solo e seu volume, sendo um atributo bastante utilizado para avaliar a qualidade do solo, a compactação do solo, pois aproximação das partículas sólidas reduzem o espaço poroso e aumenta a densidade do solo (KLEIN, 2014). Resultando na limitação da infiltração de água, aeração e a penetração de raízes, promovendo a compactação excessiva e alterando a distribuição de nutrientes no solo, prejudicando o crescimento das plantas (LUZ et al., 2022). Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar a densidade do solo, após a colheita mecanizada da cana-de-açúcar com diferentes configurações de transbordo em Latossolo Vermelho distrófico.

MATERIAL E MÉTODOS: A pesquisa está sendo conduzida em condições de campo na Usina Cerradão, localizada no município de Frutal, estado de Minas Gerais, nas seguintes coordenadas geográficas: 19°56'41" de latitude sul e 49°07'30" de longitude oeste; com altitude média de 516 m acima do nível do mar. O clima da região é tropical com estação seca (Aw) segundo a classificação climática de Köppen e Geinge, com precipitação média anual de 1.444 mm e temperatura média de 24 °C. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico e, após a quantificação das partículas do solo verificou-se 290 g kg⁻¹ de argila, 630 g kg⁻¹ de areia e 8 g kg⁻¹ de silte, sendo classificado como de textura média (TEIXEIRA et al., 2017). A área experimental tem um histórico de 10 anos cultivando cana-de-açúcar e, antes da instalação do experimento, realizou-se os manejos de preparo do solo para o plantio manual da cultura. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com três tratamentos e três repetições, totalizando nove parcelas experimentais cada uma com dimensões de 50 m de comprimento por 30 m de largura. Os tratamentos correspondem a diferentes configurações de transbordo utilizados durante a operação de colheita mecanizada da cana-de-açúcar, sendo eles: 1T/21 - conjunto trator com 185 cv + transbordo com capacidade de 21 toneladas; 1T/30 - conjunto trator 230 cv + transbordo com capacidade de 30 toneladas; e 1C/20 - conjunto caminhão + transbordo com capacidade de 20 toneladas. Após a colheita da cana-de-açúcar (cana planta e primeiro ciclo de cana soca) realizou-se a amostragem do solo nas camadas superficiais (0,00-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m) nos locais correspondentes a entrelinha (EL) e linha de plantio (LP) com auxílio de amostrador tipo uhland utilizando cilindros de aço inoxidável com dimensões de 4,9 cm de diâmetro e 5,3 cm de altura (volume ≈ 100 cm³), as amostras foram utilizadas para determinar a densidade do solo conforme Teixeira et al. (2017). Verificou-se a normalidade dos dados por meio da rotina PROC UNIVARIATE e verificaram as premissas de distribuição normal dos resíduos, usando o teste de Shapiro-Wilk ($p > 0,05$). As análises foram realizadas utilizando o software estatístico Statistical Analysis System - SAS[®] Studio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Figura 1, estão apresentados os valores médios de densidade do solo (Ds) que apresentaram diferenças estatísticas entre os locais de amostragem do solo durante a safra da cana planta (2020/2021) e a safra da primeira cana soca (2021/2022). Na safra da cana planta, os resultados indicaram que o tratamento com a configuração de transbordo do modelo 1T/21 apresentou o valor de Ds de 1,36 kg dm⁻³ na EL e Ds 1,23 kg dm⁻³ na LP na camada de 0,10-0,20 m. Na safra da primeira cana soca, também foram observadas diferenças estatísticas nos locais de amostragem, o tratamento 1T/30 apresentou valores médios para Ds de 1,44 kg dm⁻³ na EL e 1,25 kg dm⁻³ na LP para a camada de 0,00-0,10 m, enquanto para a camada de 0,10-0,20 m, os valores médios foram de 1,45 kg dm⁻³ na EL e 1,27 kg dm⁻³ na LP.

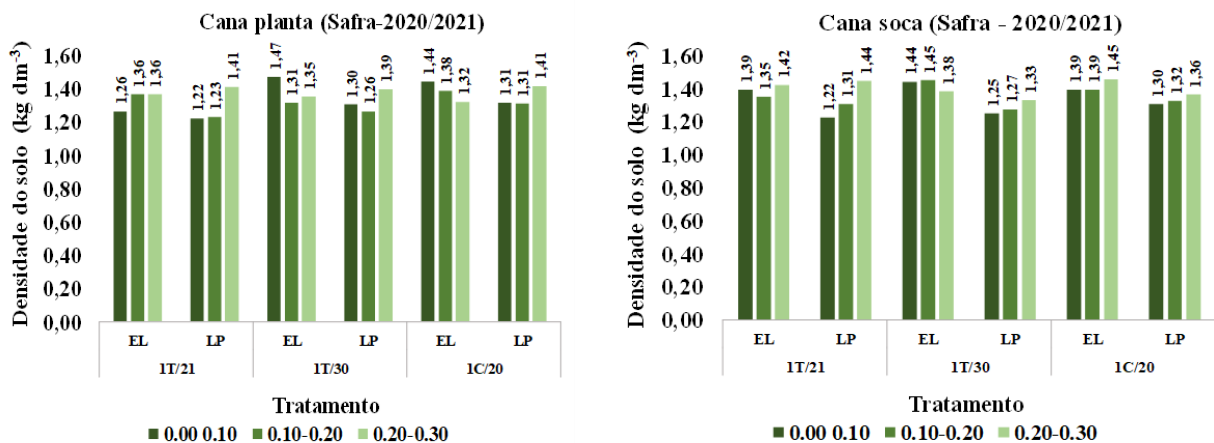


FIGURA 1. Densidade do solo (kg dm⁻³) na área experimental localizada em Frutal, Minas Gerais, Brasil. A) Safra da cana planta; B) Safra da primeira cana soca.

Os tratamentos 1T/21 e 1C/20 apresentaram valores médios de Ds de 1,39 kg dm⁻³ na EL e 1,22 kg dm⁻³ na LP para a camada de 0,00-0,10 m. Os mesmos valores foram observados para o tratamento 1C/20 na camada de 0,10-0,20 m, com Ds de 1,39 kg dm⁻³ na EL e 1,30 kg dm⁻³ na LP. Os elevados valores de Ds observados nas camadas de 0,20-0,30 m podem ser atribuídos a presença de camada compactada residual, resultante das operações de preparo do solo tais como aração e gradagem, conhecida como “pé-de-grade”, somados ao intenso tráfego de máquinas durante as demais operações agrícolas para cultivo da cana-de-açúcar (SPERA et al., 2009; ESTEBAN et al., 2019). Souza et al. (2014) estudando os efeitos do controle de tráfego na qualidade física do solo e no cultivo da cana-de-açúcar, verificaram que a densidade do solo variou de 1,10 a 1,17 kg dm⁻³ na linha da planta e 1,30 a 1,35 kg dm⁻³ no centro da entrelinha. Neves et al. (2003) observaram uma densidade de 1,42 kg dm⁻³ em áreas compactadas e 1,18 kg m⁻³ em áreas não compactadas em Latossolos Vermelhos distroféricos com teores de argila de aproximadamente 700 g kg⁻¹. Esses resultados destacam que as configurações de transbordo utilizadas durante a colheita mecanizada da cana-de-açúcar tiveram impacto na densidade do solo, variando de acordo com o local de amostragem e a safra avaliada. Apesar de não apresentar diferença estatística entre os tratamentos esses resultados sugerem a influência dessas configurações na compactação do solo, indicando a necessidade de considerar práticas de manejo adequadas para minimizar os efeitos negativos da colheita mecanizada na densidade do solo e não afetar o funcionamento do solo. Embora neste estudo foi usado o sistema de controle de tráfego, visando concentrar a compactação sempre na mesma linha de tráfego, a DS na EL não diferiu da LP nas camadas superficiais, podendo indicar que a propagação das tensões no solo atingiu também a LP ou que os rodados das máquinas estão trafegando nessas regiões. Mesmo com uso de controle de tráfego, os

sistemas de transbordo apresentam erro de paralelismo e desalinhamento entre o trator e o transbordo, fortemente associado à inclinação do terreno e ao tipo de trajeto (reto ou curvo), sendo ainda esse erro maior, em conjuntos de maior comprimento e/ou com maior número de pontos de articulação.

CONCLUSÕES: Os tratamentos 1T/30 e 1C/20 apresentaram os menores valores de densidade do solo na linha de plantio, demonstrando a importância de ajustar corretamente as configurações dos transbordos e preservar a linha de plantio e permitir o crescimento radicular. Os resultados demonstraram que com o passar do tempo de cultivo da cana-de-açúcar ocorre o aumento da densidade do solo.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (144659/2019-0), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP (2021/09077-2) e a Fundação Agrisus (3054/21) pelo apoio financeiro e a Usina Cerradão pela disponibilidade do espaço para realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS:

- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira.** Cana-de-açúcar - Safra 2021/22, v.8 - segundo levantamento, n. 2, Brasília, p.1-63, agosto 2023.
- ESTEBAN, D. A. A.; SOUZA, Z. M.; TORMENA, C. A.; LOVERA, L. H.; LIMA, S. E.; 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.
- FAO; ITPS. **Status of the World's Soil Resources (SWSR)** – Main Report. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils, Rome, Italy, 2015, 608 p.
- 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.
- KLEIN, V. A. **Física do solo.** 3ª edição, Editora Universidade de Passo Fundo. ISBN: 978-857515-832-6, p.41, 2014.
- LUZ, F. B.; CASTIONI, G. A. F.; TORMENA, C. A.; FREITAS, R. S.; CARVALHO, J. L. N.; CHERUBIN, M. R. Soil tillage and machinery traffic influence soil water availability and air fluxes in sugarcane fields. **Soil and Tillage Research**, v.223, p.1-9, 2022.
- NEVES, C. S. V. J.; FELLER, C.; GUIMARÃES, M. F.; MEDINA, C. C.; TAVARES FILHO, J.; FORTIER, M. Soil bulk density and porosity of homogeneous morphological units identified by the cropping profile method in clayey Oxisols in Brazil. **Soil and Tillage Research**, v.71, n.2, p.109-119, 2003.
- SOUZA, G. S.; SOUZA, Z. M.; SILVA, R. B.; BARBOSA, R. S.; ARAÚJO, F. S. A. 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.
- SPERA, T. S.; SANTOS, H. P.; TOMM, S.O.; KOCHHANN, R.A.; ÁVILA, A. Atributos físicos do solo em sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas. **Bragantia**, v.68, n.4, p.1079-1093, 2009.
- TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de Métodos de Análise de Solos.** 3ª Ed. Revista e Ampliada, Brasília: Embrapa, 2017, 573p.