

## CAPACIDADE DE ÁGUA DISPONÍVEL SOB DIFERENTES SISTEMAS DE TRANSBORDO DE CANA-DE-AÇÚCAR

MÔNICA S. COSTA<sup>1</sup>, DIEGO A. A. ESTEBAN<sup>2</sup>, ZIGOMAR MENEZES SOUZA<sup>3</sup>,  
MAYARA G. DOS S. GOMES<sup>4</sup>, JEISON A. S. PARRA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Graduanda em Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP, m222625@dac.unicamp.br

<sup>2</sup>Doutor em Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, Professor Titular, FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP

<sup>4</sup>Doutorandos em Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP

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

**RESUMO:** Esta pesquisa teve como objetivo avaliar os efeitos do tráfego de distintos sistemas de transbordo utilizados na colheita da cana-de-açúcar na capacidade de água disponível (CAD) em um Latossolo Vermelho. O estudo foi conduzido na Usina Cerradão no município de Frutal, Minas Gerais, Brasil. O experimento foi implantado em delineamento de blocos casualizados, com quatro tratamentos referentes a sistemas de transbordo com três repetições, sendo: i) Transbordo 1T/21 - composto por conjunto de trator 134 kW + uma unidade de transbordo com capacidade de 21 Mg; ii) Transbordo 2T/10 - conjunto trator 134 kW + duas unidades de transbordos com capacidade de 10 Mg cada; iii) Transbordo 1T/30 - conjunto trator 172 kW + uma unidade de transbordo com capacidade de 30 Mg; iv) Transbordo 1C/20 - composto por um caminhão 228 kW + uma unidade de transbordo com capacidade de 20 Mg. As avaliações ocorreram na linha de plantio (LP), entrelinha (EL) e ponto médio (PM) entre LP e EL, nas camadas de 0,0-0,10, 0,10-0,20, 0,20-0,30, 0,30-0,50 e 0,50-0,70 m. Na camada de 0,20-0,30 m o tratamento 1T/21 apresentou maior capacidade de água disponível. Nas camadas de 0,30-0,50 e 0,50-0,70 m os sistemas de transbordo não alteraram a qualidade física do solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** tráfego agrícola, compactação do solo, disponibilidade hídrica.

## AVAILABLE WATER CAPACITY UNDER DIFFERENT SUGARCANE TRANSSHIPMENT SYSTEMS

**ABSTRACT:** This research aimed to evaluate the effects of the traffic of different transshipment systems used in the sugarcane harvest on the available water capacity (CAD) in an Oxisol. The study was conducted at Usina Cerradão in the municipality of Frutal, Minas Gerais, Brazil. The experiment was implemented in a randomized block design, with four treatments referring to transshipment systems with three replications, which were: i) Transshipment 1T/21 - composed of a tractor set of 134 kW + a transshipment unit with a capacity of 21 Mg ; ii) Transshipment 2T/10 - tractor set 134 kW + two transshipment units with a capacity of 10 Mg each; iii) Transshipment 1T/30 - tractor set 172 kW + a transshipment unit with a capacity of 30 Mg; iv) Transshipment 1C/20 - consisting of a 228 kW truck + a transshipment unit with a capacity of 20 Mg. The evaluations took place in the plan row (LP), between rows (EL) and midpoint (PM) between LP and EL, in layers of 0.0-0.10, 0.10-0.20, 0.20-0.30, 0.30-0.50 and 0.50-0.70 m. In the 0.20-0.30 m layer, the 1T/21 treatment showed the highest available water capacity. In layers of 0.30-0.50 and 0.50-0.70 m, the transshipment systems did not change the physical quality of the soil.

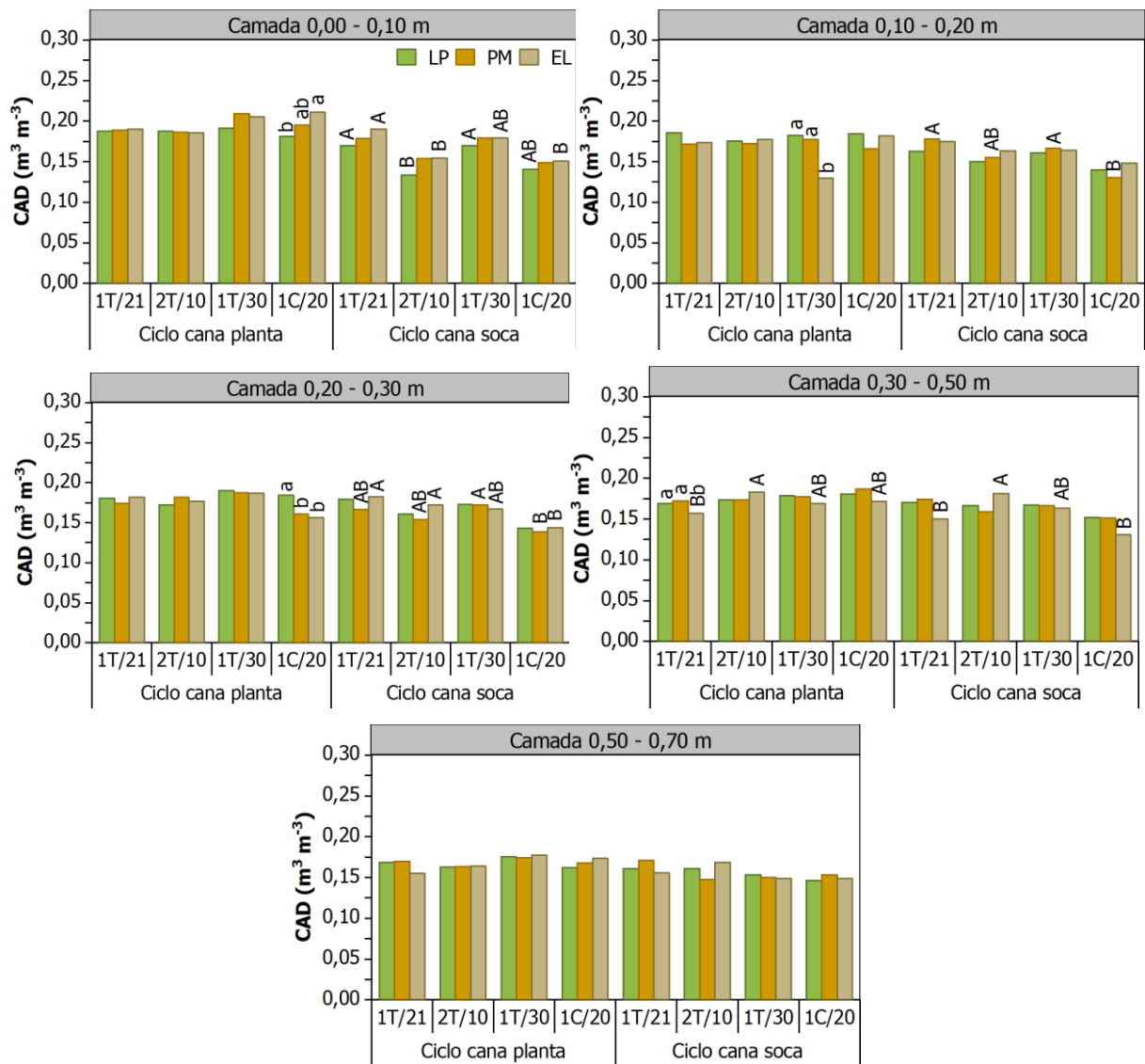
**KEYWORDS:** agricultural traffic, soil compaction, water availability.

**INTRODUÇÃO:** A intensificação da mecanização das operações agrícolas tem sido acompanhada pelo aumento da massa das máquinas resultando no aumento histórico nos níveis de pressões que resultam na compactação excessiva do solo (KELLER et al., 2019). A compactação do solo afeta negativamente o funcionamento físico, químico e biológico do solo (DAMME et al., 2019; SONDEREGGER et al., 2020) reduzindo as taxas de crescimento das raízes e o rendimento das culturas (STOESSEL et al., 2018; LOVERA et al., 2021). Na colheita mecanizada os transbordos rebocados por tratores são os equipamentos que apresentam maior potencial de causar compactação (SILVA et al., 2016; GUIMARÃES JÚNNYOR et al., 2019). Atualmente, diferentes configurações de transbordo possibilitam diversas capacidades de transporte de cana-de-açúcar; por exemplo, 8 Mg em 3 caixotes, 10,5 Mg em 2 caixotes e 21 Mg em um único caixote (MELO; ROSA, 2015). A compactação do solo tem consequências negativas na qualidade física para o desenvolvimento das plantas, nos serviços ecológicos e nas funções do solo relacionadas com o transporte de água e gases (HORN, 2021). Sendo, que a capacidade de água disponível indica a capacidade de um solo em armazenar e liberar a água disponível para as raízes (REICHARDT, 1988). Frente ao cenário exposto, com a dependência atual da produção de cana-de-açúcar no Brasil na colheita mecanizada com uso de veículos como tratores, transbordos e caminhões, a compactação originada pelo tráfego de máquinas precisa ser minimizada, especialmente a causada durante a operação de transbordo na colheita da cultura. Portanto, esta pesquisa teve como objetivo avaliar os efeitos do tráfego de distintos sistemas de transbordo utilizados na colheita da cana-de-açúcar na capacidade de água disponível (CAD) em um Latossolo Vermelho

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi estabelecido em área comercial da Usina Cerradão (19°56'41" latitude sul e 49°07'30" longitude oeste, 520 m de altitude e declive de 2,7%) no município de Frutal, estado de Minas Gerais, região Sudeste do Brasil. O experimento foi implantado em delineamento de blocos casualizados com parcelas subdivididas com quatro tratamentos e três repetições, totalizando 12 parcelas experimentais, com quatro tratamentos referentes a sistemas de transbordo, os quais foram: i) Transbordo 1T/21 - composto por conjunto de trator 134 kW + uma unidade de transbordo com capacidade de 21 Mg; ii) Transbordo 2T/10 - conjunto trator 134 kW + duas unidades de transbordos com capacidade de 10 Mg cada; iii) Transbordo 1T/30 - conjunto trator 172 kW + uma unidade de transbordo com capacidade de 30 Mg; iv) Transbordo 1C/20 - composto por um caminhão 228 kW + uma unidade de transbordo com capacidade de 20 Mg. No período entre o plantio da cana-de-açúcar e a primeira colheita foram realizadas as seguintes operações para o manejo da cultura: aplicação de herbicida com uso de um pulverizador autopropelido John Deere M4030 com 182 kW de potência; quebra lombo com uso de trator Case IH da série Puma 140 com 106 kW de potência; e pós quebra lombo com trator John Deere M4030. As avaliações ocorreram na linha de plantio (LP), entrelinha (EL) e ponto médio (PM) entre LP e EL, nas camadas de 0,0-0,10, 0,10-0,20, 0,20-0,30, 0,30-0,50 e 0,50-0,70 m. O conteúdo de água disponível para a planta (CAD) foi calculado pela diferença do teor de água retido nos potenciais de -10 e -1.500 kPa, este último obtido com uso de um psicrômetro (WP4 – *Dew Point Potential Meter*, Decagon Devices) a partir de amostras deformadas do solo.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A capacidade de água disponível (CAD, volume de água retido em poros de diâmetro entre 30 e 0,1  $\mu\text{m}$  por volume de solo) variou entre 0,13 e 0,21  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$  (Figura 1). Não foram verificadas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamentos no ciclo da cana planta. Esta ausência de diferenças pode ser devida à ausência também de diferenças na MiP nesse ciclo da cultura, resultando numa forte correlação entre esses dois atributos. No mesmo ciclo da cultura, na camada de 0,00-0,10 m o maior volume de MiP em

1C/20 na EL do que na LP resultou em maior valor de CAD. No ciclo da cana soca foram verificadas diferenças nos valores de CAD entre tratamentos. Na camada de 0,00-0,10 m na LP os tratamentos 1T/21 e 1T/30 apresentaram maiores valores de CAD ( $0,17 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ) do que em 2T/10 ( $0,13 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ) ( $p < 0,05$ ), e na EL o valor da CAD foi também maior em 1T/21 ( $0,19 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ) do que 2T/10 e 1C/20 ( $0,15 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ). Na camada de 0,10-0,20 m, diferenças significativas ocorreram no PM, onde o valor da CAD foi aumentado em 1T/21 e 2T/10 ( $0,18$  e  $0,17 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ) comparado com 1C/20 ( $0,13 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ).



**Figura 1.** Capacidade de água disponível (CAD) após colheita mecanizada da cana planta e primeira soca com uso de diferentes sistemas de transbordo. Na mesma camada de solo médias seguidas pela mesma letra maiúscula (comparando tratamentos no mesmo local), minúscula (comparando os locais no mesmo tratamento) ou com ausência de letras não diferem estatisticamente entre si (teste de Tukey,  $p < 0,05$ ). LP = linha de plantio; EL = entrelinha; PM = ponto médio entre LP e EL.

Nas camadas de 0,20-0,30 e 0,30-0,50 m a CAD foi significativamente reduzida em 1C/20, sendo menor que 1T/30 no PM e que 1T/21 e 2T/10 na EL da camada de 0,20-0,30 m (Figura 1). Na camada de 0,30-0,50 m na EL os tratamentos 1C/20 e 1T/21 apresentaram menor valor de CAD comparado com 2T/10. O valor da CAD média dos tratamentos só apresentou

diferenças significativas no ciclo da cana soca na camada de 0,20-0,30 m, com menor valor em 1C/20 ( $0,14 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ) do que em 1T/21 ( $0,18 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ). De modo geral, após colheita da cana soca houve uma redução da CAD comparada com a condição do solo após primeira colheita da cultura. Os maiores valores de redução relativa da CAD ocorreram na camada de 0,00-0,10 m variando entre 5 e 25%, devido à redução do volume de MiP e ao incremento da  $\varepsilon_{a10}$  após o segundo evento de colheita quando comparado com a colheita antecessora, portanto, um menor volume de poros ficou disponível para a retenção de água no solo.

**CONCLUSÕES:** Na camada de 0,20-0,30 m o tratamento 1T/21 apresentou maior capacidade de água disponível. Nas camadas de 0,30-0,50 e 0,50-0,70 m os sistemas de transbordo não alteraram a qualidade física do solo.

**AGRADECIMENTOS:** Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP (2021/09077-2), pelo apoio financeiro e a Usina Cerradão pela disponibilidade do espaço para realização da pesquisa.

#### **REFERÊNCIAS:**

- DAMME, L. T.; STETTLER, M.; PINET, F.; VERVAET, P.; KELLER, T.; MUNKHOLM, L. J.; LAMANDÉ, M. The contribution of tyre evolution to the reduction of soil compaction risks. **Soil and Tillage Research**, v.194, p.10428, 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.
- HORN, R. **Soils in Agricultural Engineering: Effect of Land-Use Management Systems on Mechanical Soil Processes**. In: HUNT, A.; EGLI, M.; FAYBISHENKO, B. (Eds.). Hydrogeology, Chemical Weathering, and Soil Formation, Geophysical Monograph 257, First Edition. American Geophysical Union. John Wiley & Sons, Inc p.187-199, 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. 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.
- MELO, M. O.; ROSA, J. H. M. **Corte, transbordo e transporte (CTT): uso de transbordo na colheita mecanizada e seus impactos no CTT**. In: BELARDO, G. C. Processos agrícolas e mecanização da cana-de-açúcar. 1 Ed: SBEA, p.429-437, 2015.
- REICHARDT, K. Capacidade de campo. **Revista, Brasileira de Ciência do Solo**, v.12, n.2, p.211-216, 1988.
- SILVA, R. B.; IORI, P.; SOUZA, Z. M.; PEREIRA, D. M. G.; VISCHI FILHO, O. J.; SILVA, F. A. M. Contact pressures and the impact of farm equipment on Latosol with the presence and absence of sugarcane straw. **Ciência & Agrotecnologia**, v.40, n.3, p.265-278, 2016.
- SONDEREGGER, T.; PFISTER, S.; HELLWEG, S. Assessing impacts on the natural Resource soil in life cycle assessment: Methods for compaction and water erosion. **Environmental Science and Technology**, v.54, p.6496-6507, 2020.
- STOESSEL, F.; SONDEREGGER, T.; BAYER, P.; HELLWEG, S. Assessing the environmental impacts of soil compaction in Life Cycle Assessment. **Science of the Total Environment**, v.630, p.913-921, 2018.