

RETENÇÃO DE ÁGUA NO SOLO E ÍNDICES EM ÁREA DE CANA-DE-AÇÚCAR COM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS E USO DE CONTROLE DE TRÁFEGO**DIEGO ALEXANDER AGUILERA ESTEBAN¹, THIAGO PONTES MACHADO², ZIGOMAR MENEZES DE SOUZA³, INGRID NEHMI DE OLIVEIRA⁴, LENON HENRIQUE LOVERA⁵, ELIZEU DE SOUZA LIMA⁶**

¹Engenheiro Agrícola, Doutorando em Engenharia Agrícola, FEAGRI-UNICAMP/Campinas-SP, Fone: (19) 99720-2730, daaesteban@gmail.com

²Estudante de graduação em Engenharia Agrícola, FEAGRI-UNICAMP/Campinas-SP

³Engenheiro Agrônomo, Professor Doutor, FEAGRI-UNICAMP/Campinas-SP

⁴Engenheira Agrícola, Doutorando em Engenharia Agrícola (Água e Solo), FEAGRI-UNICAMP/Campinas-SP

⁵Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Engenharia Agrícola (Água e Solo), FEAGRI-UNICAMP/Campinas-SP

⁶Engenheiro Florestal, Doutorando em Engenharia Agrícola (Água e Solo), FEAGRI-UNICAMP/Campinas-SP

Apresentado no

XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020

23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

RESUMO: A constante mecanização da cultura de cana-de-açúcar em busca do aumento da produtividade, tem como consequência principal a compactação do solo, ocasionada pelo tráfego das máquinas e intensificado durante a colheita. O estudo teve como objetivo avaliar as alterações na capacidade de retenção de água do solo em área de cana-de-açúcar com diferentes espaçamentos de plantio e uso de controle de tráfego na colheita mecanizada. Os tratamentos avaliados foram: cana-de-açúcar em espaçamento de 1,50 m e colheita mecanizada sem controle de tráfego (STA), em espaçamento de 1,50 m e colheita mecanizada com controle de tráfego (SCT) e em espaçamento duplo combinado de 1,50 x 0,90 m, e colheita com controle de tráfego (DCT). Na linha do rodado foram obtidos os menores valores de capacidade de água disponível, indicando maior degradação física do solo. Maior capacidade de campo na linha de plantio no tratamento DCT indicam menor compactação do solo nesse local. Os tratamentos com tráfego controlado, SCT e DCT, apresentaram uma maior qualidade física do solo verificada pelo índice S, indicando a capacidade do controle de tráfego em diminuir os efeitos da colheita mecanizada na compactação do solo.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade física do solo, compactação do solo, piloto automático.

SOIL WATER RETENTION AND S-INDEX IN SUGAR CANE AREA WITH DIFFERENT SPACING AND USE OF TRAFFIC CONTROL

ABSTRACT: The constant mechanization of the sugarcane crop in search of increased yield, has as its main consequence the soil compaction, caused by the traffic of the machines and intensified during the harvest. The study aimed to assess changes in soil water retention capacity in an area of sugarcane with different planting spacing and use of traffic control in mechanized harvesting. The evaluated treatments were: sugarcane in spacing of 1.50 m and mechanized harvest without traffic control (STA), in spacing of 1.50 m and mechanized harvest with traffic control (SCT) and in combined double spacing of 1.50 x 0.90 m, and harvest with traffic control (DCT). In the traffic lane, were obtained the lowest values of available water capacity, indicating greater physical degradation of the soil. Greater field capacity in the planting lane in the DCT treatment indicates less soil compaction in that location. The treatments with controlled traffic, SCT and DCT, presented a higher physical quality of the soil verified by the index S, indicating the capacity of the traffic control in

reducing the effects of mechanized harvest in the soil compaction.

KEYWORDS: Physical soil quality, soil compaction, autopilot.

INTRODUÇÃO: Como resultado do modelo atual de produção da cana-de-açúcar no Brasil, caracterizado pelo tráfego intenso de máquinas agrícolas durante todas as etapas do cultivo, os níveis de compactação do solo têm aumentado nos canaviais, sendo que o rendimento da cana-de-açúcar tem apresentado uma queda substancial com redução ao redor de 10 Mg de cana por hectare no período compreendido entre 2008 e 2018 (BORDONAL et al., 2018). O tráfego controlado com auxílio de piloto automático em conjunto com ajustes de espaçamento das linhas de plantio surge como uma alternativa para o cultivo convencional, favorecendo as condições do solo para a planta (ROSSI NETO et al., 2018). Além de reduzir a compactação na linha de plantio, a técnica promove o desenvolvimento e conservação da estrutura física do solo, favorecendo o desenvolvimento radicular, aumentando as taxas de infiltração e armazenamento de água no solo (LI et al., 2009). A avaliação da retenção de água do solo garante informações relevantes quanto aos atributos físicos do solo, além de possibilitar a avaliação da qualidade do solo, por meio de seu derivado índice S. O índice S, proposto por Dexter (2004), é obtido a partir da curva de retenção de água no solo, sendo capaz de indicar melhores distribuições de tamanhos de poros, o que reflete no funcionamento físico do solo e dessa forma, é um indicador da sua qualidade. Dessa forma, o objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da compactação causada por sistemas de colheita mecanizada da cana-de-açúcar com e sem uso de controle de tráfego na capacidade retenção de água no solo.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi realizado no município de Nova Europa, no estado de São Paulo (Brasil) nas dependências da Usina Santa Fé, em um Latossolo Vermelho distrófico de textura média. Foram avaliados três tratamentos: STA = cana-de-açúcar cultivada com espaçamento simples de 1,50 m entre as linhas e colheita sem controle de tráfego; SCT = cana-de-açúcar com espaçamento simples de 1,50 m e colheita realizada com sistema de controle de tráfego; DCT = cana-de-açúcar cultivada com espaçamento duplo combinado (1,50 x 0,90 m) e com utilização do controle de tráfego. Na colheita da cultura foram utilizadas as seguintes máquinas: colhedora CASE B8800; transbordos ANTONIOSI ATA-8000; tratores VALTRA BH180. Nos tratamentos SCT e DCT, a operação das máquinas foi assistida com uso do sistema de piloto automático Topcon System 150. Para a determinação da curva de retenção de água no solo, densidade do solo e porosidade do solo, em novembro de 2016 (safra 2015/2016, segunda cana soca) foram coletadas amostras de solo indeformadas nas camadas de 0,00-0,10 m, 0,10-0,20 m e 0,20-0,30 m, e nos locais correspondentes à linha de plantio (LP), à entrelinha (EL, a 0,75 m da LP) e no canteiro (C, a 0,375 m da LP). As curvas de retenção de água no solo foram obtidas em câmaras de pressão de Richards com placas porosas, onde após a determinação do conteúdo de água no solo em cada ponto de tensão aplicada, as curvas de retenção de água no solo foram ajustadas pelo modelo proposto por van Genuchten (1980) utilizando o software Soil Water Retention Curve (DOURADO-NETO et al., 2001). A partir das curvas de retenção foi determinada a capacidade de água disponível (CAD) obtida como a diferença do teor de água retido na capacidade de campo (CC) a -10 kPa e no ponto de murcha permanente (PMP) a -1.500 kPa. A partir das curvas de retenção de água no solo foi determinado o índice S, que corresponde à tangente da curva plotada no ponto de inflexão e calculado conforme Dexter (2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Foram constatadas variações nos parâmetros das curvas de retenção de água no solo, de acordo com o tratamento utilizado e o local de amostragem (Tabela 1). No tratamento SCT, o conteúdo de água residual (Θ_R) variou de 0,064 a 0,227 m³

m^{-3} , para o DCT, a variação foi de 0,186 a 0,202 $m^3 m^{-3}$. O tratamento STA, sem utilização de controle de tráfego, apresentou a maior variação no Θ_R , de 0,011 a 0,241 $m^3 m^{-3}$, no qual o menor valor do parâmetro foi encontrado na LR. Os valores do conteúdo de água na saturação (Θ_S) aumentaram no sentido LR<C<LP, com os menores valores encontrados no tratamento DCT e os maiores em SCT. O tratamento STA obteve maiores valores de Θ_R , com aumento no sentido LR<C<LP, sendo justificado com a maior degradação do solo na LP, em relação aos outros locais, uma vez que, a água residual ocupa os microporos do solo (MUDGAL et al., 2014) e que a compactação do solo leva a um aumento da microporosidade (CHEN et al. (2014). Para DCT, foi encontrado um maior valor de Θ_R na LR, evidenciando que a compactação do solo ocorreu em maior parte na área destinada ao tráfego, ressaltando a importância do controle de tráfego em permitir que melhores condições físicas do solo sejam obtidas na linha de plantio e no canteiro, favorecendo o bom desenvolvimento da cultura (ESTEBAN et al., 2019). Esses resultados corroboram os obtidos por Moraes et al. (2012), que verificaram um aumento progressivo no Θ_R , com o aumento do número de passadas de uma colhedora sob Latossolo Vermelho-Amarelo.

Tabela 1. Coeficientes de ajuste dos modelos das curvas de retenção de água [$\theta = \Theta_R + (\Theta_S - \Theta_R) / [1 + (\alpha \times \psi)^n]^m$; van Genuchten (1980), capacidade de água disponível e índice S após colheita da segunda cana soca, em área com e sem a utilização do controle de tráfego agrícola.

Tipo de manejo	Local	Coeficientes de ajuste					R^2	Umidade ($m^3 m^{-3}$)			S
		Θ_R	Θ_S	α	m	n		CC	PMP	CAD	
STA	LR	0,011	0,383	4,279	0,071	1,077	0,896	0,346	0,243	0,103	0,02
	C	0,241	0,421	0,464	0,293	1,415	0,923	0,378	0,261	0,117	0,03
	LP	0,160	0,428	0,900	0,177	1,216	0,874	0,384	0,242	0,142	0,03
SCT	LR	0,064	0,395	2,840	0,088	1,097	0,811	0,359	0,251	0,108	0,02
	C	0,227	0,449	0,813	0,300	1,428	0,836	0,368	0,245	0,123	0,04
	LP	0,201	0,446	0,424	0,410	1,694	0,861	0,347	0,206	0,141	0,07
DCT	LR	0,202	0,351	0,217	0,329	1,49	0,915	0,330	0,217	0,112	0,03
	C	0,192	0,410	0,446	0,332	1,496	0,881	0,347	0,207	0,140	0,05
	LP	0,186	0,439	0,346	0,457	1,843	0,851	0,332	0,189	0,144	0,08

STA = espaçamento simples sem controle de tráfego; SCT = espaçamento simples com controle de tráfego; DCT = espaçamento duplo combinado com controle de tráfego; LR = linha do rodado; C = canteiro; LP = linha de plantio; α , m e n = parâmetros do modelo; θ_s = conteúdo de água na saturação ($m^3 m^{-3}$); θ = conteúdo de água residual ($m^3 m^{-3}$); CC = capacidade de campo; PMP = ponto de murcha permanente; CAD = capacidade de água disponível; S = índice S.

Os valores de Índice S foram maiores na LP para os tratamentos SCT e DCT. Apesar de uma diferença pequena, os valores para STA foram menores que para SCT, enquanto o DCT apresentou os maiores valores de índice S em cada local de avaliação (Tabela 1). Em todos os tratamentos a LR apresentou menor valor de índice S, indicando a degradação da qualidade física do solo devido à compactação gerada pelo tráfego nesse local. Segundo Dexter (2004), a qualidade estrutural do solo pode ser diferenciada com os valores do índice S: boa qualidade física ocorre no valor $S > 0,035$, valores de $S < 0,020$ estão associados às más condições físicas do solo e valores de $0,020 < S < 0,035$ correspondem a uma categoria intermediária. Isso indica que os maiores valores do índice S no C e na LP nos manejos com controle de tráfego, acima de 0,047, evidenciam uma melhor qualidade estrutural do solo. De acordo com Chamen et al. (2015), a produtividade das culturas pode decrescer devido a compactação do solo, maiores resistências para penetração das raízes, dificultando o seu desenvolvimento. Dessa forma, a indicação de qualidade física no solo obtida no presente estudo por meio do índice S pode ser sustentada com a avaliação de produtividade realizada na mesma área por Esteban et al. (2019), ao verificar aumento de produtividade de 9,3% em SCT e 21,2% para DCT, resultante da melhor qualidade física do solo nos manejos com sistema de controle de tráfego.

CONCLUSÕES: O controle de tráfego com auxílio de piloto automático gerou menor compactação e degradação física do solo, quando comparado com o tráfego aleatório, favorecendo o aumento da capacidade de retenção de água do solo. O índice S demonstrou-se eficiente para a avaliação da qualidade do solo, evidenciando os efeitos da compactação do solo gerada pela mecanização utilizada na produção da cultura durante o período do estudo.

AGRADECIMENTOS: FAPESP (2016/14751-6) e Usina Santa Fé.

REFERÊNCIAS:

- BORDONAL, R.O.; CARVALHO, J.L.N.; LAL, R.; FIGUEIREDO, E.B.; OLIVEIRA, B.G.; LA SCALA, N. Sustainability of sugarcane production in Brazil. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v.38, n.3, p.1-23, 2018.
- CHAMEN, W. C. T.; MOXEY, A. P.; TOWERS, W.; BALANA, B.; HALLETT, P. D. Mitigating arable soil compaction: A review and analysis of available cost and benefit data. **Soil and Tillage Research**, v.146, p.10-25, 2015.
- CHEN, G.; WEIL, R. R.; HILL, R. L. Effects of compaction and cover crops on soil least limiting water range and air permeability. **Soil and Tillage Research**, v.136, p.61-69, 2014.
- DEXTER, A. R. Soil physical quality: Part I. Theory. Effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. **Geoderma**, v.120, n.3-4, p.201-214, 2004.
- DOURADO-NETO, D.; NIELSEN, D. R.; HOPMANS, J. W.; REICHARDT, K.; BACCHI, O.O.S.; LOPES, P.P. **Soil Water Retention Curve (SWRC) software**, versão 3.00 beta. Piracicaba: ESALQ/USP, 2001.
- ESTEBAN, D. A. A.; SOUZA, Z. M.; TORMENA, C. A.; LOVERA, L. H.; LIMA, E. S.; OLIVEIRA, I. N.; PAULA, N. R. 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.
- LI, Y. X.; TULLBERG, J. N.; FREEBAIRN, D. M.; LI, H. W. Functional relationships between soil water infiltration and wheeling and rainfall energy. **Soil and Tillage Research**, v.104, n.1, p.156-163, 2009.
- MORAES, M. T.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; SILVA, V. R.; CARLESSO, R.; LUZ, F. B. Curva de retenção de água de um Latossolo sob estados de compactação. XIX Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água. **Anais...** Lajes, SC, 2012.
- MUDGAL, S.; LOCKWOOD, S.; DING, H.; VELICKOV, S.; COMMANDEUR, T.; SIEK, M. **Soil and water in a changing environment**. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 139 p. 2014.
- ROSSI NETO, J.; SOUZA, Z. M.; KÖLLN, O. T.; CARVALHO, J. L. N.; FERREIRA, D. A.; CASTIONI, G. A. F.; LEANDRO CARNEIRO BARBOSA, L. C.; CASTRO, S. G. Q.; BRAUNBECK, O. A.; GARSIDE, A. L.; FRANCO, H. C. J. The arrangement and spacing of sugarcane planting influence root distribution and crop yield. **Bioenergy Research**, v.11, n.2, p.291-304, 2018.
- van GENUCHTEN, M.T.A. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, v.44, n.5, p.892-898, 1980.