

COMPACTAÇÃO DO SOLO EM ÁREAS DE CANA-DE-AÇÚCAR SOB DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO

ZIGOMAR MENEZES DE SOUZA¹, CAMILA V. V. FARHATE², LENON H.
LOVERA³, INGRID N. DE OLIVEIRA⁴

¹ Eng^o Agrônomo, Prof. Associado, Faculdade de Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP. Fone: (019) 3521-1009, zigomarms@feagri.unicamp.br.

² Eng^a Agrônoma, Pós-doutoranda, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP/FCAV, Jaboticabal-SP.

³ Eng^o Agrônomo, Doutorando, Faculdade de Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas – SP.

⁴ Eng^a Agrícola, Doutoranda, Faculdade de Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas – SP.

Apresentado no
XLVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2019
17 a 19 de setembro de 2019 - Campinas - SP, Brasil

RESUMO: A degradação do solo expressa por meio da compactação gera condições restritivas ao pleno desenvolvimento das plantas. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o grau de compactação de uma área cultivada com cana-de-açúcar com diferentes plantas de cobertura e sistemas de preparo do solo e, adicionalmente, realizar uma comparação com o sistema de preparo convencional, o qual é amplamente utilizado em área de cana-de-açúcar no estado de São Paulo, Brasil. O estudo foi realizado na usina Santa Fé, no município de Ibitinga-SP. Os resultados desse estudo sugerem que uso de plantas de cobertura sustentam maior qualidade física do solo em comparação ao preparo convencional do solo. Entretanto, algumas espécies devem ser evitadas, tais como o amendoim, pois além de exportar nutrientes no momento da colheita, induz elevado grau de compactação do solo.

PALAVRAS-CHAVE: Plantas de cobertura, sistema de preparo do solo, degradação do solo.

SOIL COMPACTION AREAS OF SUGARCANE UNDER DIFFERENT MANAGEMENT SYSTEMS

ABSTRACT: The soil degradation expressed through compaction generates restrictive conditions to the full development of the plants. Thus, the aim of this study was to assess the degree of compaction of a sugarcane area with different cover crops and soil tillage systems and, in addition, to make a comparison with the conventional tillage system, which is widely used in sugarcane area in the state of São Paulo, Brazil. The study was carried out at the Santa Fe Mill, in Ibitinga, São Paulo, Brazil. The results of this study suggest that the use of cover crops sustain higher soil physical quality compared to conventional soil tillage. However, some species should be avoided, such as peanuts, because besides export nutrients at the time of harvesting, it induces a high degree of soil compaction.

KEYWORDS: Cover crops, soil tillage system, soil degradation.

INTRODUÇÃO: A compactação do solo ocorre quando o estresse imposto pelo tráfego de máquinas causa danos aos poros do solo (CHAMEN *et al.*, 2015), levando a um aumento da

resistência do solo à penetração, densidade do solo, teores volumétricos de água e capacidade de campo e, diminuição da porosidade total, aeração do solo, taxa de infiltração de água e condutividade hidráulica saturada (NAWAZ *et al.*, 2013), que por sua vez, pode reduzir a exploração das raízes e produtividade da cultura (WHITE; JOHNSON, 2018).

Atualmente, o plantio de cana-de-açúcar no Brasil é tradicionalmente realizado de forma convencional e envolve elevado revolvimento da camada superficial (0,00-0,40 m), o que por sua vez, leva a perdas substanciais do carbono estocado no solo (BORDONAL *et al.*, 2017) favorecendo conseqüentemente a degradação de sua estrutura e funções físicas. Somado a isso, a intensa mecanização da cultura, representada pelo uso de máquinas pesadas, acentua a degradação física (WHITE; JOHNSON, 2018), levando a compactação do solo.

Por outro lado, práticas conservacionistas, como o sistema plantio direto e cultivo mínimo, caracterizados pela ausência ou mínima mobilização do solo associadas a manutenção de cobertura orgânica permanente e rotações de culturas, incluindo o uso de plantas de cobertura, são estratégias importantes para mitigar a degradação do solo (PITTELKOW *et al.*, 2015).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o grau de compactação de uma área cultivada com cana-de-açúcar com diferentes plantas de cobertura e sistemas de preparo do solo e, adicionalmente, realizar uma comparação com o sistema de preparo convencional, o qual é amplamente utilizado em área de cana-de-açúcar no estado de São Paulo, Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS: O estudo foi realizado na usina Santa Fé, em Ibitinga, São Paulo, Brasil (21°83'43"S, 48°87'50 O a 455 metros acima do nível do mar). O solo foi classificado como Argissolo Vermelho distrófico típico de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS *et al.*, 2018).

O delineamento experimental utilizado foi em faixas, onde as plantas de cobertura (crotalária, amendoim, milho e sorgo biomassa) foram implantadas nas faixas horizontais e, os sistemas de preparo do solo (sem preparo, subsolagem a 0,40 m e, subsolagem a 0,70 m de profundidade) nas faixas verticais. Para fins de comparação, foi instalado também um tratamento testemunha, sem plantas de cobertura e com preparo convencional do solo. Cada parcela foi repetida três vezes.

A densidade máxima do solo (kg dm^{-3}) foi estimada por uma equação de pedotransferência (Equação 1) conforme descrito por Marcolin e Klein (2011) e, a partir da relação entre a densidade do solo e a densidade máxima foi obtido o grau de compactação (%) por meio da Equação 2.

$$D_s \text{ máx} = 2,03133855 - (0,00320878 * \text{MOS}) - (0,00076508 * \text{argila}) \quad (1)$$

$$\text{GC} = \left(\frac{D_s}{D_s \text{ máx}} \right) * 100 \quad (2)$$

em que, $D_s \text{ máx}$ = densidade máxima do solo; MOS = matéria orgânica do solo; GC = grau de compactação; D_s = densidade do solo.

Por fim, o grau de compactação foi submetido a análise de variância (ANOVA) e, ao apresentarem significância foram submetidos a um teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Além disso, foi realizada uma análise em faixas visando avaliar as interações obtidas entre as fontes de variação, ou seja, plantas de cobertura e sistema de preparo do solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O uso de plantas de cobertura (crotalária e milho) e sistemas de preparo do solo com menor grau de revolvimento (SP1, SP2 e SP3) diminuíram o grau de compactação em relação ao sistema convencional (testemunha) (Tabela 1). Para as camadas superficiais (0,00-0,05 e 0,05-0,10 m) houve destaque para utilização de crotalária e dos sistemas de preparo do solo SP1 e SP2. Em profundidade as diferenças entre os tratamentos foram menos expressivas, entretanto, para os casos em que ocorreram diferenças significativas as plantas de cobertura, crotalária e milho e, o sistema de preparo SP3 proporcionaram menor grau de compactação.

Embora o uso de plantas de cobertura tenha apresentado potencial para melhorar a qualidade física do solo, este estudo demonstrou que o uso de amendoim induz elevado grau de compactação do solo, sendo observados valores de 97% para as camadas de 0,05-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m e 99% para a camada 0,30-0,70 m, após duas colheitas sequenciais de cana-de-açúcar (Tabela 1).

Tabela 1. Grau de compactação (%) em função de diferentes plantas de cobertura e sistemas de preparos de solo.

Tratamentos	0,00-0,05		0,05-0,10		0,10-0,20		0,20-0,30		0,30-0,70	
	2015/16	2016/17	2015/16	2016/17	2015/16	2016/17	2015/16	2016/17	2015/16	2016/17
Plantas de cobertura										
Amendoim	80 ab	93 b	87 ab	97 a	91 a	97 a	92 a	97 a	94 a	99 a
Crotalária	78 b	92 b	85 b	92 b	88 a	93 b	94 a	95 ab	90 a	91 b
Milho	82 ab	95 ab	86 ab	97 a	92 a	94 ab	93 a	92 b	91 a	93b
Sorgo	85 a	96 ab	86 ab	98 a	91 a	97 a	93 a	96 ab	92 a	93 b
Testemunha	86 a	99 a	94 a	97 a	92 a	97 ab	97 a	96 ab	96 a	91 b
CV	5,10	3,85	7,12	2,66	4,71	2,90	4,22	3,70	5,27	2,98
DMS	5,72	4,99	8,49	3,49	5,83	3,77	5,40	4,78	6,65	3,79
Sistemas de preparo do solo										
SP1	80 b	94 b	87 b	96 a	94 a	95 a	94 ab	96 a	93 ab	94 a
SP2	81 b	93 b	83 b	96 a	92 a	95 a	93 ab	94 a	92 ab	93 a
SP3	83 ab	95 b	88 ab	97 a	85 b	96 a	92 b	95 a	89 b	95 a
Testemunha	86 a	99 a	94 a	97 a	92 a	97 a	97 a	96 a	96 a	91 a
CV	4,99	3,89	6,86	2,98	4,12	3,08	4,09	3,51	4,73	3,80
DMS	4,55	4,09	6,66	3,16	4,14	3,25	4,25	3,68	4,86	3,92

SP1 = sem preparo; SP2 = subsolagem a 0,40 m; SP3 = subsolagem a 0,70 m; CV = coeficiente de variação; DMS = diferença mínima significativa. *Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O processo de colheita do amendoim é caracterizado por elevada perturbação do solo, o que por sua vez, favorece a degradação da estrutura do solo e conseqüentemente a compactação, diminuindo a qualidade física do solo. Esse fato é preocupante, uma vez que o amendoim é uma cultura bastante utilizada no Brasil, na maioria das vezes como cultura de sucessão na renovação de canaviais (BOLONHEZI et al., 2005).

CONCLUSÕES: O uso de crotalária e milheto, como plantas de cobertura para o cultivo de cana-de-açúcar, sustentam maior qualidade física do solo em comparação ao preparo convencional do solo. Entretanto, algumas espécies de plantas de cobertura devem ser evitadas, tais como o amendoim, pois além de exportar nutrientes no momento da colheita, induz elevado grau de compactação do solo.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem o apoio financeiro da Fundação Agrisus (Processo: 1439/15 e 2662/19) e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP (Processo: 2018/14958-5) e, da Usina Santa Fé pelo fornecimento da área de estudos.

REFERÊNCIAS:

- BOLONHEZI, D.; SANTOS, R. C.; GODOY, I. J. **Manejo cultural do amendoim**. In: SANTOS, R. C. (Ed.). O agronegócio do amendoim no Brasil. Campina Grande: Embrapa Algodão, p.193-244, 2005.
- BORDONAL, R.O.; LAL, R.; RONQUIM, C.C.; FIGUEIREDO, E.B.F.; CARVALHO, J.L.N.; MALDONADO JÚNIOR; W.; MILORI, D.M.B.P.; LA SCALA JÚNIOR, N. Changes in quantity and quality of soil carbon due to the land-use conversion to sugarcane (*Saccharum officinarum*) plantation in southern Brazil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v.240, n.1, p.54-65, 2017.
- CHAMEN, W.C.T.; MOXEY, A.P.; TORRES, W.; BALANA, B.; HALLETT, P.D. Mitigating arable soil compaction: A review and analysis of available cost and benefit data. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v.146, p.10-25, 2015.
- MARCOLIN, C.D.; KLEIN, V. Determinação da densidade relativa do solo por uma função de pedotransferência para a densidade do solo máxima. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.33, n.2, p.349-354, 2011.
- NAWAZ, M.F.; BOURRIÉ, G.; TROLARD, F. Soil compaction impact and modelling. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, Berlin, v.33, n.2, p.291-309, 2013.
- PITTELKOW, C.M.; LIANG, X.; LINQUIST, B.A.; VAN GROENIGEN, K.J.; LEE, J.; LUNDY, M.E.; VAN GESTEL, N.; SIX, J.; VENTEREA, R.T.; VAN KESSEL, C. Productivity limits and potentials of the principles of conservation agriculture. **Nature**, Londres, v.517, n.1, p.365-368, 2015.
- SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; ARAUJO FILHO, J.C.; OLIVEIRA, J.B.; CUNHA, T.J.F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª Ed. Revista e Ampliada, Brasília: Embrapa, 2018. 353 p.
- WHITE, P.; JOHNSON, R. **Improving soil management in sugarcane cultivation**. In: ROTT, P. (Ed.). Achieving sustainable cultivation of sugarcane. London: Burleigh Dodd's Science Publishing, p.97-109, 2018.