



Qualidade física de um Latossolo Vermelho cultivado com cana-de-açúcar em diferentes configurações de plantio⁽¹⁾

Guilherme Adalberto Ferreira Castioni⁽¹⁾; Zigomar Menezes de Souza⁽²⁾; Henrique Junqueira Coutinho Franco⁽³⁾; João Rossi Neto⁽¹⁾; Leandro Barbosa da Silva⁽¹⁾; Marcelo Dayron Rodrigues Soares⁽¹⁾

1. Engenheiro Agrônomo, Departamento de Água e solo, Feagri/Unicamp, Av. Candido Rondon, 501, cep:13083-875, guilhermecastioni@hotmail.com. 2. Engenheiro Agrônomo, Prof. Associado, UNICAMP/FEAGRI. 3. Engenheiro Agrônomo, Pesquisador – Brazilian Bioethanol Science and Technology Laboratory (CTBE).

RESUMO: O objetivo desse trabalho foi estudar os atributos físicos de um Latossolo Vermelho cultivado com cana-de-açúcar em diferentes configurações de plantio, submetido ao controle de tráfego agrícola. O experimento foi conduzido no município de Lençóis Paulista, São Paulo, Brasil, com coordenadas geográficas de 22°35'46" de latitude sul e 48°048'40" de longitude oeste. O trabalho foi montado em um esquema de parcelas subdivididas, sendo os espaçamentos sorteados nas parcelas e os dois tipos de tráfego sorteados nas subparcelas no delineamento de blocos casualizados com cinco repetições, totalizando 40 parcelas experimentais. Os espaçamentos estabelecidos no plantio do canavial foram os seguintes: 1. Espaçamento convencional de referência (EC); 2. Espaçamento alternado duplo (EA); 3. Espaçamento alternado triplo (ET); 4. Plantio geométrico com espaçamento de 0,75 x 0,75 m entre plantas e entrelinhas (PP 0,75 m). Foram avaliadas a agregação do solo, densidade e porosidade do solo e resistência do solo à penetração nas camadas de 0,00-0,10, 0,10-0,20, 0,20-0,40, 0,40-0,60 e 0,60-1,00 m. Os dados foram submetidos à análise de estatística clássica. Não observou diferença entre os tratamentos para o diâmetro médio ponderado, densidade do solo e resistência do solo à penetração. Os espaçamentos, triplo e de precisão apresentaram maior volume de porosidade total e macroporos em relação ao espaçamento convencional.

Termos de indexação: redução do espaçamento; compactação; controle de tráfego.

INTRODUÇÃO

Atualmente com a crescente expansão das áreas cultivadas com cana-de-açúcar na região centro sul do Brasil, vem ocorrendo pressão da sociedade (interna e externa) pela diminuição dos impactos ambientais, sobretudo, pelo uso de fogo para despalha da cultura antes da colheita, intensificando a mecanização para colheita da cana.

O aumento do tráfego de máquinas nas áreas de cana-de-açúcar desperta preocupação ao setor sucroalcooleiro, relacionada às alterações dos

atributos físicos do solo, resultantes da compactação promovida pela pressão exercida pelo rodado do maquinário (Roque et al., 2010; Souza et al., 2012), principalmente de colhedoras e transbordos utilizados na colheita da cultura.

O controle de tráfego representa uma alternativa para o cultivo agrícola, já que separam zonas de tráfego de zonas em que há crescimento das plantas, concentrando a passagem de pneus em linhas permanentes, distinguindo fisicamente essas áreas, fazendo com que uma área menor seja atingida, embora mais intensamente (Braunack & McGarry, 2006; Kingwell & Fuchsbichler, 2011).

Tendo em vista que, associada ao controle do tráfego, a alternativa que pode auxiliar na redução do processo de compactação do solo é o plantio com diferentes espaçamentos entre linhas e/ou plantas, uma vez que esse arranjo possibilita que em uma mesma área, anteriormente cultivada com espaçamento simples (uma linha entre as linhas do rodado), seja plantado com maior densidade de plantas por hectare, com maiores espaçamentos entre as linhas de tráfego, o que promove a redução da quantidade trafegada por área.

Pelo exposto o objetivo do trabalho foi estudar os atributos físicos de um Latossolo Vermelho cultivado com cana-de-açúcar em diferentes configurações de plantio, submetido ao controle de tráfego agrícola.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em área pertencente à Usina Zilor, situada a 22°35'46" de latitude sul e 48°048'40" de longitude oeste, localizada no município de Lençóis Paulista-SP. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é o subtropical úmido do tipo Cwa, com temperaturas do mês mais quente superiores a 22 °C e do mês mais frio inferiores a 18 °C.

O trabalho foi montado em um esquema de parcelas subdivididas, sendo os espaçamentos sorteados nas parcelas e os dois tipos de tráfego sorteados nas subparcelas no delineamento de blocos casualizados com cinco repetições, totalizando 40 parcelas experimentais. Os espaçamentos utilizados no plantio do canavial



foram os seguintes: 1. Espaçamento convencional de referência (EC) – espaçamento simples com 1,50 m entrelinhas e distribuição de 15 gemas por metro de sulco no plantio; 2. Espaçamento alternado duplo (EA) – espaçamento de 0,90 x 1,50 m entrelinhas duplas e distribuição de 15 gemas por metro de sulco no plantio; 3. Espaçamento alternado triplo (ET) – espaçamento de 0,75 x 0,75 x 1,50 m entrelinhas e distribuição de 15 gemas por metro de sulco no plantio; 4. Plantio geométrico com espaçamento de 0,75 x 0,75 m entre plantas e entrelinhas (PP 0,75 m) e distribuição de 4 gemas por ponto de plantio de precisão.

As parcelas experimentais apresentam 24 m de largura por 50 m de comprimento. O número de sulcos de plantio por parcela foi dependente de cada espaçamento entrelinhas, no espaçamento convencional de 1,5 m foram 16 sulcos, no espaçamento alternado (0,90 x 1,5 m) foram 10 conjunto de linhas duplas (20 sulcos), no espaçamento triplo (0,75 x 0,75 x 1,5 m) foram 8 conjunto de linhas triplas (24 sulcos) e para o espaçamento de precisão foram 32 sulcos.

Foram coletadas amostras de solo deformadas e indeformadas antes e, após a realização da colheita na linha da cultura, nas entrelinhas da cultura (linha do rodado) e na região do canteiro (região entre a linha da cultura e a linha do rodado) distante 0,30 m da linha da cultura e no centro das camadas de 0,00-0,10 m, 0,10-0,20 m, 0,20-0,40 m, 0,40-0,60, m e 0,60-1,00 m para determinação de atributos do solo. As amostras deformadas com estrutura preservada foram coletadas em recipientes plásticos, enquanto as indeformadas em cilindros volumétricos de 0,05 m de diâmetro por 0,05 m de altura.

A densidade do solo foi calculada pela relação entre a massa do solo seco em estufa a 105 °C e volume da amostra, segundo metodologia da Embrapa (2011). A porosidade foi calculada a partir da mesa de tensão e a microporosidade corresponderá à umidade volumétrica da amostra submetida a uma tensão de 0,006 MPa, após saturação (Embrapa, 2011). A macroporosidade foi obtida pela diferença entre a porosidade total e a microporosidade.

A resistência do solo à penetração foi obtida com o medidor automatizado de compactação do solo Falker SoloTack PLG5200 no mesmo dia para tentar evitar ao máximo o efeito da umidade do solo. Os índices de estabilidade de agregados foram avaliados de acordo com o método de Kemper & Chepil (1965), obtendo os agregados por meio do peneiramento das amostras em vibrador Prooutest, utilizando os agregados que passarão pela peneira

de 9,52 mm e que ficaram retidos na peneira de 4,76 mm.

A estatística foi realizada no *software* SAS®, por meio da análise de variância pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade e apresentando significância para as interações ou entre os níveis dos fatores isolados foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os sistemas de plantio não diferiram para o diâmetro médio ponderado (Tabela 1). Esses resultados concordaram com Roque et al. (2010), contudo Braunack & McGarry (2006) encontraram diferenças na estabilidade de agregados do solo na região do canteiro da cana-de-açúcar com diferentes preparos do solo. O tráfego de máquinas agrícolas pode causar a compressão dos agregados do solo, levando ao seu rompimento e à formação de uma estrutura maciça de solo, porém, o processo de tamisamento via úmido, utilizado neste trabalho, pode não distinguir os agregados estáveis de estruturas maciças de solo, o que pode explicar a ausência de diferença significativa entre os resultados obtidos para os respectivos sistemas de manejo. Neste trabalho, os índices de agregação do solo mostraram-se menos sensíveis as alterações do manejo, quando comparados à densidade e porosidade do solo.

Os sistemas de manejo não alteraram a resistência do solo à penetração para nenhum dos locais de amostragem (Tabela 1). Contudo, a resistência do solo à penetração apresentou decréscimo no sentido C>LP para todos os sistemas de espaçamentos estudados. Este resultado demonstrou a importância de se prevenir o tráfego dos pneus sobre o canteiro, uma vez que a compactação do solo pode se desenvolver lateralmente em subsuperfície em direção à soqueira, prejudicando o desenvolvimento do sistema radicular (Braunack et al., 2006). A compactação em subsuperfície é considerada um problema mais grave, porque os processos de melhoria natural da estrutura do solo ocorrem mais lentamente em profundidade e a retificação mecânica com máquinas agrícolas torna-se mais oneroso (Souza et al., 2012).

Na linha da soqueira os valores de resistência do solo à penetração variaram de 1,15 a 2,21 MPa (Tabela 1). Valores similares foram observados por Roque et al. (2010) em solos cultivados com cana-de-açúcar. Valor de resistência do solo à penetração, considerado impeditivo ao crescimento radicular (>2,0 MPa), não ocorreu para nenhum dos sistemas de arranjo de plantio avaliados. Considerando a tendência de preparo reduzido na



implantação do canavial, a menor resistência do solo à penetração na linha da soqueira poderá reduzir o consumo de energia e o desgaste de implementos e aumentar a eficiência das máquinas agrícolas no preparo do solo, uma vez que os órgãos ativos (sulcadores) trabalharão em área não submetida ao tráfego (Kingwell & Fuchsbichler, 2011).

Os sistemas de manejo não diferiram para a densidade do solo na linha do rodado e na região do canteiro (Tabela 1). Isso ocorreu devido ausência do tráfego de pneus do conjunto trator-transbordo sobre ou próximo à linha da soqueira. De acordo com Qingjie et al. (2009), o sistema de manejo com controle de tráfego agrícola foi eficiente na melhoria das condições físicas do solo na China. McHugh et al. (2009) observaram melhoria da densidade do solo na linha de cultivo com 22 meses de implantação do sistema de controle de tráfego agrícola após 30 anos de cultivo convencional. Braunack & McGarry (2006) também verificaram menor densidade do solo na linha da soqueira no sistema de manejo com controle de tráfego agrícola em relação ao manejo sem controle de tráfego na Austrália.

Os sistemas de plantio diferiram para a porosidade total e macroporosidade com maiores valores na linha e no canteiro para os sistemas com espaçamento combinado, triplo e de precisão em relação ao tratamento tradicional de plantio da cana-de-açúcar (Tabela 1). McHugh et al. (2009) observaram aumento na macroporosidade e porosidade de aeração na linha de cultivo com a implantação do sistema de controle de tráfego agrícola em substituição ao manejo sem controle de tráfego. Nas áreas não trafegadas, as condições do solo são ideais para o crescimento da cana, já que não apresentam impedimento ao desenvolvimento do sistema radicular, influenciando positivamente na produtividade da cultura e longevidade do canavial (Braunack & McGarry, 2006).

A microporosidade não apresentou diferença entre os sistemas de manejo para nenhum dos locais de amostragem (Tabela 1). Streck et al. (2004) também observaram redução da porosidade total e da macroporosidade do solo, devido o aumento na intensidade de tráfego, com os microporos permanecendo praticamente inalterados, indicando o menor efeito da compactação sobre os microporosidade do solo.

CONCLUSÕES

Não observou diferença entre os tratamentos para o diâmetro médio ponderado, densidade do solo e resistência do solo à penetração.

Os espaçamentos, triplo e de precisão apresentaram maior volume de porosidade total e macroporos em relação ao espaçamento convencional.

REFERÊNCIAS

BRAUNACK, M. V.; MCGARRY, D. Traffic control and tillage strategies for harvesting and planting of sugarcane (*Saccharum officinarum*) in Australia. Soil and Tillage Research, 89:86-102, 2006.

BRAUNACK, M.V.; ARVIDSSON, J. & HAKANSSON, I. Effect of harvest traffic position on soil conditions and sugarcane (*Saccharum officinarum*) response to environmental conditions in Queensland, Australia. Soil Tillage and Research, 89:103-121, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solos. 3. Ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 2011, 230 p.

KEMPER, W. D. & CHEPIL, W. S. Size distribution of aggregates. In: BLACK, C. A. (Ed.). Methods of soil analysis: physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling. Part 1. Madison: American Society of Agronomy, 1965. p.499-510.

KINGWELL, R.; FUCHSBICHLER, A. The whole-farm benefits of controlled traffic farming: An Australian appraisal. Agricultural Systems, 104:513-521, 2011.

McHUGH, A.D.; TULLBERG, J.N.; FREEBAIRN, D.M. Controlled traffic farming restores soil structure. Soil and Tillage Research, 104:164-172, 2009.

QINGJIE, W.; HAO, C.; HONGWEN, L.; WENYING, L.; XIAOYAN, W.; MCHUGH, A.D.; JIN, H.; HUANWEN, G. Controlled traffic farming with no tillage for improved fallow water storage and crop yield on the Chinese Loess Plateau. Soil and Tillage Research, 104:192-197, 2009.

ROQUE, A. A. O.; SOUZA, Z. M.; ARAÚJO, F. S.; SILVA, G. R. V. Atributos físicos do solo e intervalo hídrico do solo de um Latossolo Vermelho distrófico sob controle de tráfego agrícola. Ciência Rural, 41:1536-1542, 2010.

SOUZA, G. S.; SOUZA, Z. M.; SILVA, R. B.; ARAÚJO, F. S.; BARBOSA, R. S. Compressibilidade do solo e sistema radicular da cana-de-açúcar em manejo com e sem controle de tráfego. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 47:603-612, 2012.

STRECK, C.A.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M.; KAISER, D.R. Modificações em propriedades físicas com a compactação do solo causada pelo tráfego induzido de um trator em plantio direto. Ciência Rural, 34:755-760, 2004.



Tabela 1 – Atributos físicos⁽¹⁾ determinados nas linhas do plantio (LP) e no canteiro (C) nas camadas de 0,00-0,10 m, 0,10-0,20 m, 0,20-0,40 m, 0,40-0,60 m e 0,60-1,00 m para os sistemas de manejo com espaçamento tradicional (1,5 m), combinado (0,90 x 1,5 m), triplo (0,75 x 0,75 x 1,5 m) e de precisão (0,75 x 0,75 m).

Sistema de plantio	Local de amostragem		Camadas de solo					Média
	LP	C	0,0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-1,0	
Diâmetro Médio Ponderado (mm)								
Tradicional	1,52	1,38	1,41	1,44	1,34	1,34	1,33	1,37 A
Combinado	1,68	1,42	1,44	1,42	1,35	1,36	1,34	1,38 A
Triplo	1,58	1,40	1,36	1,46	1,32	1,31	1,39	1,39 A
Precisão	1,61	1,43	1,38	1,33	1,29	1,31	1,34	1,33 A
Média	1,60 a	1,41 b	1,40 a	1,41 a	1,33 b	1,33 b	1,35 b	
CV (%)	11,45							
Resistência do solo à penetração (MPa)								
Tradicional	1,21 Aa	2,31 Ab	2,56	2,66	2,61	2,51	1,21	2,31 A
Combinado	1,18 Aa	2,25 Ab	2,40	2,48	2,42	2,41	1,20	2,18 A
Triplo	1,19 Aa	2,18 Ab	2,38	2,62	2,53	2,38	1,21	2,22 A
Precisão	1,15 Aa	2,32 Ab	2,47	2,63	2,54	2,39	1,19	2,24 A
Média	1,18	2,27	2,45 a	2,60 a	2,52 a	2,42 a	1,20 b	
CV (%)	22,48							
Densidade do solo (kg dm ⁻³)								
Tradicional	1,24 Aa	1,26 Aa	1,28	1,21	1,20	1,18	1,15	1,20 A
Combinado	1,18 Ab	1,27 Aa	1,25	1,22	1,23	1,19	1,14	1,21 A
Triplo	1,15 Ab	1,25 Aa	1,23	1,20	1,24	1,20	1,12	1,20 A
Precisão	1,12 Ab	1,24 Aa	1,23	1,24	1,23	1,22	1,16	1,22 A
Média	1,17	1,26	1,25	1,22 a	1,23 a	1,20 a	1,14 b	
CV (%)	2,65							
Porosidade do solo (m ³ m ⁻³)								
Tradicional	0,45 Ba	0,40 Ba	0,51	0,52	0,53	0,54	0,56	0,53 A
Combinado	0,55 Aa	0,51 Aa	0,54	0,52	0,54	0,55	0,55	0,54 A
Triplo	0,54 Aa	0,50 Aa	0,53	0,53	0,55	0,56	0,56	0,55 A
Precisão	0,54 Aa	0,50 Aa	0,51	0,53	0,53	0,55	0,54	0,53 A
Média	0,52	0,48	0,52 a	0,53 a	0,54 a	0,55 a	0,55 a	
CV (%)	3,25							
Macroporosidade (m ³ m ⁻³)								
Tradicional	0,11 Ba	0,12 Ba	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18 A
Combinado	0,17 Aa	0,14 Aa	0,19	0,18	0,18	0,17	0,16	0,18 A
Triplo	0,19 Aa	0,15 Aa	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17 A
Precisão	0,18 Aa	0,15 Aa	0,18	0,17	0,18	0,18	0,17	0,18 A
Média	0,16	0,14	0,18 a	0,17 a	0,18 a	0,18 a	0,17 a	
CV (%)	8,48							
Microporosidade (m ³ m ⁻³)								
Tradicional	0,34	0,28	0,34	0,35	0,35	0,36	0,38	0,36 A
Combinado	0,38	0,37	0,35	0,34	0,36	0,38	0,39	0,36 A
Triplo	0,35	0,35	0,37	0,36	0,38	0,39	0,39	0,38 A
Precisão	0,36	0,35	0,33	0,36	0,35	0,37	0,37	0,36 A
Média	0,36 a	0,38 a	0,35 a	0,35 a	0,36 a	0,38 a	0,38 a	
CV (%)	6,45							

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.