

INFILTRAÇÃO EM ARGISSOLO AMARELO COM DIFERENTES IDADES NA PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR NO NORDESTE BRASILEIRO

Eduardo Antonio dos Santos Mendonça¹, Pedro Francisco Sanguino Ortiz², Roberta Queiroz Cavalcanti³, Jonh Lenon Bezerra da Silva⁴, Renato Paiva de Lima⁵, Mário Monteiro Rolim⁶

RESUMO: Objetivou-se avaliar e comparar a infiltração de solos, após a colheita cana-de-açúcar semi-mecanizada em diferentes idades, mediante o uso simulador de chuva. O experimento foi conduzido em condições de campo, no município de Carpina-PE. Foram selecionadas diferentes áreas de cana-de-açúcar, sendo áreas de primeira folha (1F), terceira folha (3F) e quinta folha (5F), e, com idades de cultivo de 44, 40 e 15 anos, respectivamente. A infiltração foi avaliada após as colheitas e utilizou-se um simulador de chuva como infiltrômetro de aspersão em uma parcela 15 m², foram realizadas três repetições por área. Nas áreas avaliadas obtiveram-se infiltrações com valores médios entre 31 e 36,5 mm h⁻¹, as áreas com mais anos de uso na cana-de-açúcar (1F e 3F) apresentaram as infiltrações mais baixas. A análise de cluster permitiu formar dois grupos diferentes, o primeiro agrupou as áreas 1F e 3F, pela alta semelhança nos seus resultados, e, no segundo agrupou-se 5F, com as melhores respostas de infiltração. As áreas com mais de 40 anos de cultivo de cana-de-açúcar, mesmo submetidas a práticas de renovação, apresentaram redução na capacidade de infiltração do solo.

PALAVRAS-CHAVE: Saccharum; compactação do solo; colheita semi-mecanizada.

INFILTRATION OF YELLOW-ARGISSOLO WITH DIFFERENT AGES OF SUGARCANE PRODUCTION IN NORTHEAST BRAZIL

¹ Mestre em Engenharia Agrícola, Doutorando em Engenharia Agrícola, UFRPE, CEP: 52171-900, Recife, PE. Fone (81) 98563264. E-mail: francisko369@gmail.com

² Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, UFRPE, Recife, PE.

³ Mestre em Engenharia Agrícola, Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE.

⁴ Mestre em Engenharia Agrícola, Doutorando em Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE.

⁵ Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, Pós-Doutorando em Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE

⁶ Prof. Doutor, DEAGRI, UFRPE, Recife, PE.

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate soil infiltration with different ages of sugarcane using a sprinkler infiltrometer. The experiment was carried out under field conditions in Carpina city, Pernambuco State, Northeast Region. Different areas of sugarcane were selected, being areas of first (1F), third (3F) and fifth leaf (5F), and with planting age of 44, 40 and 15 years old, respectively. The infiltrations were evaluated after the harvest and a rain simulator was used, as a sprinkler infiltrometer, in a 15 m² plot, and three repetitions were performed per area. The infiltration rates were calculated by the difference between, rainfall intensity and runoff rates. In the evaluated of infiltrations were observed average values between, 31 and 36,5 mm h⁻¹, and the areas with more years in the cultivate (1F and 3F) presented the lowest infiltrations rates. The cluster analysis allowed to form two different groups, on the first grouped had the areas of 1F and 3F, due to the high similarity in their soil infiltration responses, and the second grouped had the 5F, with the best responses. The areas of soil, with more than 40 years in sugarcane cultivation and, even with renewal practices, showed a reduction in the infiltration capacity of the soil.

KEYWORDS: Saccharum; soil compaction; semi-mechanized harvest.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar no mundo, embora apresente diferenças produtivas entre os estados. Em Pernambuco, esta cultura têm limitações na produtividade, pois, as plantações estão em áreas onde predominam solos de tabuleiros costeiros, com características de endurecimento (caráter coeso), baixa capacidade de infiltração e alta resistência a penetração (OECD/FAO, 2015; Lima et al., 2015) que dificultam o crescimento e desenvolvimento das plantas. Para reduzir tais problemas do solo, antes do plantio usa-se máquinas agrícola para romper as camadas compactadas, tornando-o mais aerado e consequentemente mas apto para o desenvolvimento da cultura.

Nesse mesmo sentido, utilizam-se também mecanismos para execução de outras operações durante o plantio e colheita. Embora, o uso destas máquinas agilize as atividade em campo podem acarretar problemas de compactação e degradação física do solo, afetando a relação entre o sistema solo-água-plantas, e, consequentemente a capacidade de infiltração de água no solo, diminuindo a água disponível para as plantas (Seki et al., 2015; Prosdocimi et al., 2017).

A infiltração é o processo pelo qual a água penetra no perfil do solo, sendo influenciada por vários fatores, por exemplo, a porosidade do solo, presença de cobertura vegetal, e, fatores mais específicos, como a quantidade de carbono orgânico (Almeida et al., 2018). A agregação do solo é um dos principais fatores que influenciam a capacidade de armazenamento de água, pois, quanto maior a agregação, maior é a porosidade (e.g. Dexter & Czyż, 2000; Luo et al., 2017). Por sua vez, estas propriedades estão diretamente relacionadas com a quantidade de carbono orgânico, assim, a quantidade de material vegetal disposto sobre o solo, influencia os conteúdos de carbono orgânico (e.g. Adalberto et al., 2018; Bünemann et al., 2018; Castioni et al., 2019).

Nos sistemas de colheita semi-mecanizada da cana-de-açúcar, é muito comum realizar práticas de queimas da palha, para facilitar e tornar mais eficiente a colheita manual (e.g. Gisele et al., 2016; Reis et al., 2019; Castioni et al., 2019), porém, esta atividade reduz a disposição de matéria orgânica sobre o solo, nesse caso, os resíduos da cana, e, diminui a entrada tanto de carbono orgânico como dos processos de agregação do solo (e.g. Fér et al., 2016; Mukhopadhyay et al., 2019; Nascimento et al., 2019), conseqüentemente, pode reduzir a capacidade de infiltração e a água disponível para as plantas, causando limitações na produtividade da cana-de-açúcar. Entre os vários métodos para avaliar a infiltração, pode ser destacado o simulador de chuva, utilizado como infiltrômetro de aspersão, que possibilita obtenção de resultados precisos e eficientes, devido ao controle de vazão, duração da chuva e a coleta dos escoamentos (Bertol et al., 2001; Brandão et al., 2009). Diante disso, objetivou-se avaliar e comparar a infiltração de solos, após a colheita cana-de-açúcar semi-mecanizada em diferentes idades, mediante o uso simulador de chuva.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na estação experimental de Cana-de-açúcar de Carpina (EECAC), localizado no município de Carpina, Zona da Mata Norte do Estado de Pernambuco. Foram selecionadas áreas de cana-de-açúcar em solo caracterizado como Argissolo Amarelo, classificadas pela idade do cultivo e ciclos produtivos, ou seja, áreas de: primeira folha ou primeiro (1F), terceira folha (3F) e quinta folha (5F), e com 44, 40 e 15 anos de cultivo, respectivamente (Fig. 1A). Na tabela 1 aprestam-se algumas características físicas do solo.

Tabela 1. Características físicas dos solos de cana-de-açúcar

Características	Áreas de cana-de-açúcar		
	1F	3F	5F
Anos de cultivo de cana	44	40	15
Ciclo produtivo (Folhas)	1	3	5
Textura do solo	Franco arenoso		
Areia (g kg ⁻¹)	866.00	877.17	869.50
Silte (g kg ⁻¹)	43.50	34.50	39.83
Argila (g kg ⁻¹)	90.50	88.33	90.67
Densidade de partícula (g cm ⁻³)	2.68	2.67	2.66
Densidade do solo (g cm ⁻³)	1.80	1.74	1.56
Matéria orgânica (g kg ⁻¹)	24.66	27.01	43.17

(1F; 3F; 5F) primeiro, terceiro e quinto ano de cultivo

A determinação da infiltração foi realizada após a colheita da cana-de-açúcar (Fig. 1B), geralmente, no manejo convencional semi-mecanizado da cana, antes das colheitas são realizadas queimas para eliminar a palha e facilitar as colheitas, mas, neste caso, não foram realizadas essas atividades por segurança, porém, foram efetuados os cortes da cana e a coleta da palha manualmente (forma convencional). A infiltração foi avaliada após a colheita e utilizou-se um simulador de chuva (Fig. 1C), como infiltrômetro de aspersão, em uma parcela 15 m². Em cada uma das áreas foi instalada uma parcela metálica de 3,0 m (Fig. 1C e D) e realizadas três repetições, para a avaliação da taxa de infiltração, que foi calculada pela diferença entre a intensidade de precipitação, que para este experimento foi 39,34 mm h⁻¹ e a taxa de escoamento superficial (Fig. 1D) conforme Brandão et al. (2009) na seguinte equação: $(i = I_p - T_{ES})$ onde $[i]$ é a taxa de infiltração; $[I_p]$ a intensidade de precipitação e $[T_{ES}]$ a taxa de escoamento.

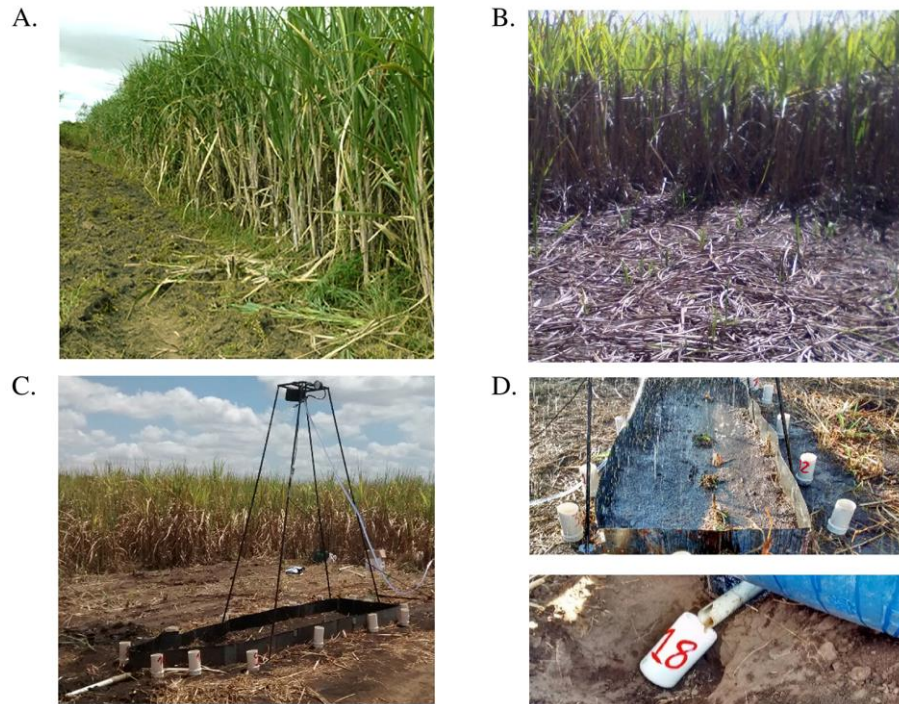


Figura 1. Sequencia metodológica para a determinação da infiltração da cana-de-açúcar, utilizando um infiltrômetro de aspersão. (A) Cana antes da colheita; (B) colheita e eliminação da palha do solo; (C) instalação do simulador de chuva e parcela metálica; (D) simulação da chuva e colheita do escoamento superficial.

Para a organização dos dados foi utilizada estatística descritiva, como também foram analisados os coeficientes de variação, levando em consideração os critérios de Warrick e Nielsen (1980). Para comparação as respostas entre as unidades experimentais, aplicou-se a técnica multivariada de análises de cluster, pelo método hierárquico do vizinho mais próximo e distância euclidiana.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados, após a simulações de chuva, as intensidades e a uniformidade, segundo Warrick e Nielsen (1980) tiveram baixos coeficientes de variação, pois, os valores foram <12%, garantindo as respostas da infiltração encontradas nas áreas experimentais. Nas áreas avaliadas obtiveram-se infiltrações com valores médios entre 31 e 36,5 mm h⁻¹, embora as áreas com mais anos de uso na cana-de-açúcar (1F e 3F) apresentaram as infiltrações mais baixas em comparação com 5F, como pode ser observado na Figura 2.

As baixas infiltrações do solo 1F e 3F possivelmente estão relacionadas com frequência da mecanização agrícola e a compactação que reduzem o espaço poroso do solo, com diminuição na agregação do solo pela continua eliminação dos resíduos e palha da cana-de-

açúcar, durante as queimas no período de colheita, e, pelo entupimentos dos poros com partículas dispersadas que reduzem a infiltração no solo.

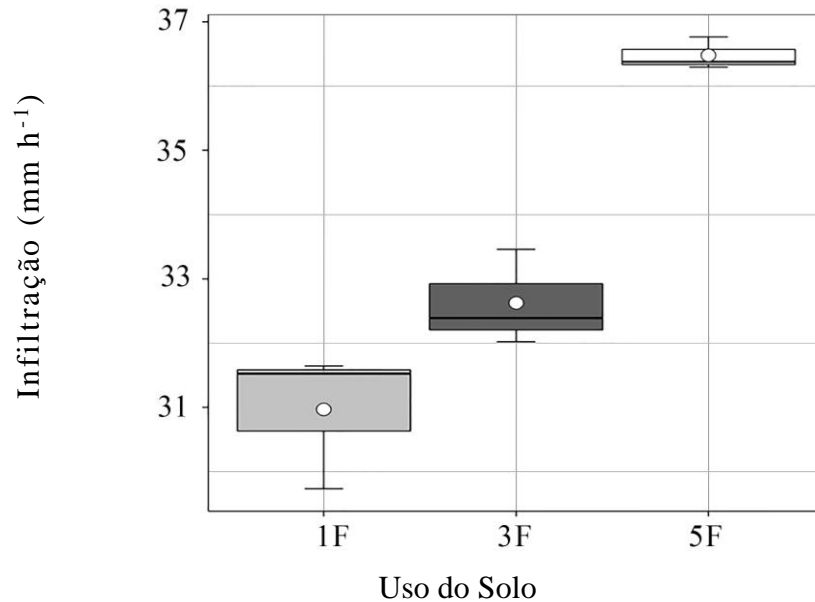


Figura 2. Infiltração de água no solo em três parcelas de cana-de-açúcar com diferentes tempos de plantio.

O aumento da densidade do solo causada pelo uso inadequado das máquinas agrícolas, reduzem os seus espaços vazios, principalmente os macroporos (Ortiz et al., 2017). Estas respostas pode ser explicadas evidenciadas pela idade dos cultivo, pois as subáreas 1F e 3F têm relativamente 29 anos a mais de uso do solo no cultivo de cana-de-açúcar do que a subárea 5F, podendo apresentar modificações nas propriedades físicas e orgânicas do solo que alteram suas respostas hídricas, por exemplo, com a redução da infiltração.

Os dados de infiltração foram semelhantes aos valores encontrados no estudo de Bezerra e Cantalice (2006) que também avaliaram a infiltração em áreas de cana-de-açúcar, utilizando um simulador de chuva com solos coesos costeiros. As baixas infiltrações no solo, geralmente também, indicam a presença de escoamento superficial, aumentando os riscos de erosão após eventos chuvosos; alguns autores (Le Bissonnais, 1996; Satiro et al., 2017; Almeida et al., 2018) mencionam que a eliminação da vegetação e da cobertura vegetal do solo, especialmente após as colheitas agrícolas, deixam o solo mais exposto e susceptíveis à perda de solo, pelo aumento do escoamento superficial do solo. A análise de cluster apresenta-se na Figura 2, no qual foram formados dois grupos diferentes, no primeiro agruparam-se as áreas 1F e 3F, pela alta semelhança nas respostas de infiltração, e, no segundo a área 5F, com as melhores respostas de infiltração.

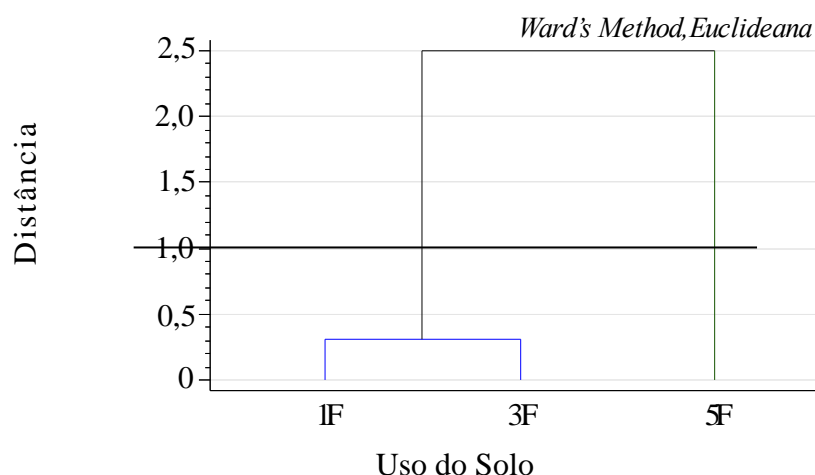


Figura 3. Cluster de agrupamento da infiltração de água dos solos das parcelas de cana-de-açúcar

Esta avaliação permitiu observar diferenças na infiltração dos solos canavieiros, possivelmente causadas pelas alterações físicas do solo, diante das operações de preparo e manejo agrícola mecanizados, e pela eliminação da cobertura vegetal e diminuição do carbono orgânico do solo ao longo dos anos do plantio. Consequentemente a baixa infiltração diminuiu a água disponível para as plantas, diminuindo seu potencial produtivo. Corroborando com Bertol et al. (2001), Braunack e McGarry, (2006), Souza et al. (2006) e Streck et al. (2004) práticas de manejo do solo agrícola com o tempo provocam alterações nas propriedades físicas do solo como, o fracionamento dos agregados, alteração das estruturas originais, principalmente na redução no volume dos macroporos e como resultado desse processo apresenta diminuição da taxa de infiltração de água no solo; e segundo Satiro et al., (2017), Adalberto et al., (2018) e Castioni et al., (2019) a eliminação de matéria orgânica do solo, neste caso a eliminação da palha da cana-de-açúcar na fase de colheita, afeta os processos de agregação do solo, e a formação de poros que melhorem a infiltração e a capacidade de armazenamento e retenção de água no solo, para sua disponibilidade para as plantas.

CONCLUSÕES

As práticas convencionais, utilizadas por várias décadas, para o manejo do cultivo de cana-de-açúcar e principalmente na colheita semi-mecanizada, onde é comum realizar a queima da cana, para eliminar a palha e facilitar a colheita manual, têm afetado as propriedades física do solo, refletidas na diminuição da infiltração do solo nas áreas com mais

de 40 anos de cultivo, mesmo que seja realizada a renovação do plantio, as áreas mais novas apresentam maior capacidade de infiltração nos solos tabuleiros costeiros de cana-de-açúcar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adalberto, G. Castioni, G. A.; Cherubin, M. R. Menandro, L. M. S., Sanches, G. M., DE Oliveira Bordonal, R., Barbosa, L. C., Carvalho, J. L. N. Soil physical quality response to sugarcane straw removal in Brazil: A multi-approach assessment. **Soil & Tillage Research**, v. 184, p. 301–309, 2018.

Almeida, W., Panachuki, E., De Oliveira, P. T. S., Da Silva Menezes, R., Sobrinho, T. A., De Carvalho, D. F. Effect of soil tillage and vegetal cover on soil water infiltration. **Soil and Tillage Research**, v. 175, p. 130–138, 2018.

Bertol, I., Beutler, J. F., Leite, D., & Batistela, O. Propriedades físicas de um Cambissolo Húmico afetadas pelo tipo de manejo do solo. **Scientia Agricola**, v. 58, p. 555-560, 2001.

Bezerra, S.A., Cantalice, J.R.B. Erosão entre sulco em diferentes condições de cobertura do solo, sob cultivo da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira Ciências do Solo**. 30, 565–573, 2006.

Brandão, V. S.; Cecílio, R. A.; Pruski, F. F.; Silva, D. D. 2009. **Infiltração de água no solo**. 3. ed. Viçosa-MG: IF, 62.p.

Braunack, M. V.; McGarry, D. Traffic control and tillage strategies for harvesting and planting of sugarcane (*Saccharum officinarum*). **Soil & Tillage Research**. v. 89, p. 86-102, 2006.

Bünemann, E., Bongiorno, G., Bai, Z., Creamer, R. E., De Deyn, G., De Goede, R., Pulleman, M. Soil quality – A critical review. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 102, p. 105–125, 2018.

Castioni, G. A. F., Cherubin, M. R., De Oliveira Bordonal, R., Barbosa, L. C., Menandro, L. M. S., & Carvalho, J. L. N. Straw Removal Affects Soil Physical Quality and Sugarcane Yield in Brazil. **BioEnergy Research**, p. 1–12, 2019.

Dexter, A. R.; Czyż, E. A. Soil Physical Quality and the Effects of Management. *Soil Quality, Sustainable Agriculture and Environmental Security in Central and Eastern Europe*. p. 153–165, 2000.

Fér, M., Leue, M., Kodešová, R., Gerke, H. H., Ellerbrock, R. H. Droplet infiltration dynamics and soil wettability related to soil organic matter of soil aggregate coatings and interiors. *J. Hydrol. Hydromech*, v. 64, p. 111–120, 2016.

Gisele, S., De Conti Medina, C., Junior, A. D. O. M., Pasini, A., Brito, O. R., Cunha, A. C. B., Almeida, L. F. Impact of harvesting with burning and management of straw on the industrial quality and productivity of sugarcane. *African Journal of Agricultural Research*, v. 11, p. 2462–2468, 2016.

LE Bissonnais, Yves. Aggregate stability and assessment of soil crustability and erodibility: I. Theory and methodology. *European Journal of Soil Science*, v. 47, p. 425–437, 1996.

Lima, R.P., Rolim, M.M., Oliveira, V.S., Silva, A.R., Pedrosa, E.M.R., Ferreira, R.L.C. Load-bearing capacity and its relationships with the physical and mechanical attributes of cohesive soil. *J. Terramechanics*. v. 58, p. 51–58, 2015.

Luo, Z., Gan, Y., Niu, Y., Zhang, R., LI, L., Cai, L., Xie, J. Soil quality indicators and crop yield under long-term tillage systems. *Experimental Agriculture*, v. 53, p. 497–511, 2017.

Mukhopadhyay, S., Mastro, R. E., Tripathi, R. C., Srivastava, N. K. Application of Soil Quality Indicators for the Phytoremediation of Mine Spoil Dumps. In: **Phytomanagement of Polluted Sites**. Elsevier, 2019. p. 361-388.

Nascimento, D. M., Cavalieri-Polizeli, K. M. V., Da Silva, A. H., Favaretto, N., Parron, L. M. Soil physical quality under long-term integrated agricultural production systems. *Soil & Tillage Research*, v. 186, p. 292–299, 2019.

OECD, FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Perspectivas Agrícolas 2015-2024**, Roma: FAO 2015.

Ortiz, P.F.S., Rolim, M.M., De Lima, J.L.P., Pedrosa, E.M.R., Dantas, M.S.M., Tavares, U.E., Physical qualities of an Ultisol under sugarcane and Atlantic forest in Brazil. *Geoderma Reg*. v. 11, p. 67-70, 2017.

Prosdocimi, M., Burguet, M., Di Prima, S., Sofia, G., Terol, E., Comino, J.R., Cerdà, A., Tarolli, P. Rainfall simulation and Structure-from-Motion photogrammetry for the analysis of soil water erosion in Mediterranean vineyards. **Sci. Total Environ.** v. 574, p. 204–215, 2017.

Reis, D. A., Lima, C. L. R. D., Bamberg, A. L. Developing a Soil Physical Quality Index (SPQi) for lowlands under different deployment times of no-tillage. **Scientia Agricola**, v. 1, p. 157–164, 2019.

Satiro, L. S., Cherubin, M. R., Safanelli, J. L., Lisboa, I. P., Da Rocha Junior, P. R., Cerri, C. E. P., Cerri, C. C. Sugarcane straw removal effects on Ultisols and Oxisols in south-central Brazil. **Geoderma Regional**, v. 11, p. 86–95, 2017.

Seki, A.S., Seki, F.G., Jasper, S.P., Silva, P.R.A., Benez, S.H. Effects of soil decompaction techniques in an area under a system of direct seeding. **R. Ciênc. Agron.** v. 46, p. 460–468, 2015.

Souza, Z. M. D., Marques Júnior, J., Cooper, M., Pereira, G. T. Micromorfologia do solo e sua relação com atributos físicos e hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, p. 487-492, 2006.

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**, v. 34, p. 755-760, 2004.

Warrick, A.W., Nielsen, D.R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: Hillel, D. (Ed.), **Application of Soil Physics**. New York: Academic Press, 1980, p.p. 319–344.