

SISTEMAS DE MANEJO E INFILTRAÇÃO DE ÁGUA NO SOLO

Simone Andreia Roehrs^{1*}; Deonir Secco¹; Araceli Ciotti de Marins²; Claudia Borgmann¹ e Pablo Chang¹

¹Universidade do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura, Campus Cascavel, Rua Universitária, 2069, CEP 85819-110, Bairro Jardim Universitário, Cascavel, PR. *E-mail: simone_roehrs@hotmail.com

² Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPr, Campus de Toledo. Rua Cristo Rei, 19, CEP: 85902-490, Vila Becker, Toledo, PR.

RESUMO: A água no solo tem inúmeras funções, especialmente de suprir as demandas evapotranspirativas, sendo o processo de infiltração de vital importância para o armazenamento de água no solo. Assim, este artigo tem por objetivo avaliar as relações das propriedades físicas do solo versus infiltração de água, apresentando algumas comparações de experimentos em diferentes tipos de solo, evidenciando também as consequências das ações uso e manejo do solo. Em síntese observou-se que as taxas de infiltração são afetadas diretamente pelos atributos físicos como densidade e macroporosidade. As ações de uso e manejo podem alterar negativamente o estado estrutural do solo, comprometendo a infiltração de água no solo, independente da classe textural.

PALAVRAS-CHAVE: Atributos físicos, macroporos, densidade.

MANAGEMENT SYSTEMS AND WATER INFILTRATION IN SOIL

ABSTRACT: The water in the soil has many functions, especially to meet the evapotranspirative demands, being the process of infiltration of vital importance for the storage of water in the soil. Thus, this article aims to evaluate the relationships of soil physical properties versus water infiltration, presenting some comparisons of experiments in different types of soil, also showing the consequences of the actions use and soil management. In summary, it was observed that the rates of infiltration are directly affected by physical attributes such as density and macroporosity. The use and management actions can negatively alter the structural state of the soil, compromising the infiltration of water in the soil, independent of the textural class.

KEYS WORDS: Physical attributes, macropores, density.

INTRODUÇÃO

É fundamental que se tenha conhecimento sobre as reservas de água no solo, visto que este é o principal fator de produção e está relacionado diretamente com a produtividade. Para que as ações de uso e manejo do solo se deem com máxima eficácia há que se respeitar a condição de umidade do solo, neste cenário, é imprescindível a eficiência da infiltração de água no solo. Cunha et al., (2015) corroboram, ao afirmarem essa necessidade para o desenvolvimento de projetos agrícolas de irrigação, drenagem e conservação de solo e água. Também, a partir de estudos sobre a infiltração de água no solo é possível estimar a enxurrada

e o volume total de água que ficará disponível no solo para uso e desenvolvimento das plantas (Portela et al., 2011).

Outro aspecto importante a se destacar é a implicação que a infiltração de água no solo apresenta nas perdas de solo por sedimentos que escoam superficialmente. Portela et al., (2010) afirmam que solos com baixa qualidade estrutural apresentam menores taxas de infiltração de água e maior escoamento superficial, acelerando o processo de degradação do solo. As perdas de solo por erosão são significativas, já que a velocidade de renovação e reposição superficial do solo são menores que as taxas de remoção do mesmo.

O processo de infiltração de água no solo é descrito como o caminho da água que se encontra na superfície do solo, até o seu interior (Libardi, 1999; Cecilio et al., 2003; Sobrinho et al., 2003). Sobrinho et al., (2003) afirmam ainda que nos momentos iniciais de um evento (chuva ou irrigação), a infiltração ocorre de maneira mais acelerada, tendendo a diminuir e estabilizar com o passar do tempo. Este valor constante é conhecido na literatura como Taxa de Infiltração Estável (TIE) (Zonta et al., 2012), Velocidade de Infiltração Básica (VIB) (Pott e Maria, 2003) ou Taxa de Infiltração Básica (TIB), e depende da condição de umidade em que o solo se encontra (Sobrinho et al., 2003).

Vários são os fatores que determinam ou influenciam a infiltração de água no solo, dentre as quais, a densidade e a macroporosidade do solo (Bono et al., 2013) são as mais reveladoras. Concomitantemente, Bertol et al., (2015) relatam ainda a influência do tipo de solo, assim como as condições de uso e manejo que causam mudanças na superfície e na subsuperfície do solo.

Portela et al. (2011) definem o processo de perda de água por erosão hídrica, sendo esta, o valor total de água que não infiltrou, nem ficou armazenada de forma permanente ou temporária, sendo levada por escoamento superficial ou enxurrada. Ainda de acordo com estes autores, a infiltração de água no solo é determinado pelas condições físicas internas e externas do mesmo, determinando a estrutura global do solo.

Propiciar maiores taxas de infiltração de água no solo pode resultar em maiores produtividades. Assim, este estudo visa avaliar as relações das propriedades do solo versus infiltração de água, apresentando algumas comparações de experimentos em diferentes tipos de solo, evidenciando também o uso e manejo do solo.

Infiltração de água no solo

A quantidade de água infiltrada no solo por unidade de tempo é definido como taxa de infiltração de água (Libardi, 1999), sendo resultado das características físicas do solo, da

precipitação, do tipo de cobertura (Brandão, 2003), além do manejo e condições antecedentes de umidade do solo.

Dentre as propriedades físicas do solo, a textura e a estrutura são as mais importantes no que se refere a infiltração de água. A textura por evidenciar a distribuição do tamanho das partículas, areia, silte e argila (Amaro Filho et al., 2008), sendo que em solos mais arenosos, a infiltração tende a apresentar taxas mais elevadas, em comparação com solos mais argilosos. Já a estrutura, por referir-se ao arranjo e organização das partículas do solo umas às outras em agregados (Amaro Filho et al., 2008), pode influenciar as condições da relação solo-água de acordo com o estado em que se encontra, já que este pode ser modificado.

Ainda sobre a estrutura, a forma como as partículas estão arranjadas determina o espaço poroso do solo, sendo que este pode alterar os valores da densidade do solo. A grande importância consiste no fato de a densidade variar com o tempo, sendo resultado de ações de uso e manejo (Amaro Filho et al., 2008). Um solo com maior densidade e menor espaço poroso é característica de um solo compactado, resultado de um processo de degradação agrícola (Nicosolo et al., 2008).

Em um solo compactado, há uma redução do volume de macroporos. Sabendo que a função deste é condução da água durante a infiltração (Amaro Filho et al., 2008), a compactação ocasiona uma redução da infiltração de água no solo (Bonini et al., 2011).

A compactação do solo decorre diretamente das ações de uso e manejo de solo, resultado de um processo histórico de tensões recebidas em uma área, através da mecanização em ações de preparo, semeadura, tratamentos culturais e colheita, ou pelo pisoteio animal (Reichert et al., 2003). Para amenizar este problema, a fim de propiciar melhores taxas de infiltração de água, deve-se criar uma rede estável de macroporos contínuos (Reichert et al., 2003), através de plantas com sistema radicular profundo e agressivo, ou através da escarificação mecânica (Abreu et al., 2004).

Pinheiro et al., (2009), ressaltam que no manejo do solo, as ações de preparo refletem nas condições à infiltração de água, ao interferirem nas propriedades do solo, e principalmente nas condições de superfície. As consequências das ações de preparo do solo dependem da extensão da superfície trabalhada, profundidade de preparo e grau de fragmentação da massa mobilizada, enquanto que a cobertura depende da permanência dos resíduos culturais com intuito de absorver a energia cinética da gota da chuva, diminuindo a desagregação de partículas e conseqüentemente reduzindo a formação do selamento superficial para que a infiltração de água ocorra de maneira mais eficaz (Bagatini et al., 2011).

Por fim, condições geomorfológicas também são relevantes, principalmente no que se refere a declividade, apresentando influência no total de água infiltrada. Bertol et. al. (2015), em estudo sobre a infiltração de água com diversos tipos de cobertura e declividade, encontraram coeficiente de infiltração de água de 0,06 para a soja plantada em declive, contra 0,15 no soja plantada em nível. A discrepância foi ainda maior quando os autores compararam a cultura do milho, sendo que obtiveram coeficiente de infiltração de 0,06 para o milho em declive e 0,30 para o milho em nível.

O Quadro 1 apresenta resultados de taxas de infiltração de água, em diferentes tipos de solo, com coberturas e sistemas de manejo. Os resultados apresentados divergem em relação a macroporosidade, densidade e sistema de manejo, que são os fatores mais limitantes no que se refere as taxas de infiltração de água no solo.

Quadro 1 – Taxas de infiltração de água no solo em diferentes solos e sistemas de manejo

Autores	Solo	Cobertura	Camada	Ds g m ⁻³	Ma cm ³ cm ⁻³	Infiltração (mm h)
Vieira et al. (2010)	Argissolo Vermelho- Amarelo	Seringueira	0-10	1,55	0,15	1994: 32,65 1998: 37,07
			10-20	1,55	0,13	1994: 101,10 1998: 29,82
Prando et al. (2010)	Nitossolo Vermelho	milheto/soja/sorgo; milheto/soja/ <i>Brachiaria ruziziensis</i> ; milheto/soja/ <i>Brachiaria ruziziensis</i> + mamona.	0-10	1,71		2006: 29 ¹ ; 18 ² 2007: 13 ¹ ; 15 ²
			10-20	1,75	-	
Santos et. al. (2014)	Argissolo Vermelho	Preparo mínimo	0-10	1,40	18,52 ³	54,00
			10-20	1,56	13,10 ³	
		Preparo convencional	0-10	1,38	21,12 ³	16,90
			10-20	1,42	16,76 ³	
		Sem preparo do solo	0-10	1,44	15,36 ³	18,00
			20-10	1,63	8,59 ³	
Bertol et al. (2015)	Nitossolo Bruno	Soja, Milho, Feijão	0-12	1,05	0,13	Milho: 57 Feijão: 56 Soja: 44
			12-26	1,07	0,26	
	Cambissol o Húmico		0-12	1,30	0,09	Milho: 24 Feijão Preto: 17 Soja: 22
			12-28	1,35	0,06	
Santos et al., (2016)	Neossolo Flúvico	Cobertura Natural Sem cobertura	0-20	1,43	-	53,16 4,84

Nota: Ds: Densidade; Ma: Macroporos. (1) Solo com escarificação; (2) Solo sem escarificação; (3) Valores em %.

Atributos Físicos

A complexidade do processo de infiltração de água envolve o estudo de seus fatores, para que seja possível compreender seus efeitos. Os atributos físicos são fatores determinantes na infiltração de água no solo. Vieira et. al. (2010) levando em conta a variabilidade espacial,

concluíram que os atributos físicos variaram moderadamente com alcance de dependência espacial de 15 a 90 metros. Os resultados também apontaram valores moderados de densidades do solo, com média de $1,55 \text{ mg/m}^3$ e considerável quantia de macroporos, refletindo em baixos valores de infiltração. Resultados semelhantes foram encontrados por Mazurama et. al. (2011), onde, em Argissolo Vermelho, obtiveram maiores valores de infiltração, comparando semeadura direta (26,5 mm/h) em relação a escarificação com escarificador munido de rolo destorroador (38,5 mm/h). A justificativa apresentada remete à maior macroporosidade, menor densidade e umidade inicial do solo.

Em geral, a influência dos atributos físicos do solo para infiltração de água, são reflexo das ações de manejo e preparo do solo, já que estes provocam alterações na estrutura do solo e são indicativos da sua qualidade física (Quadro1).

Sistemas de manejo x Infiltração de água no solo

Práticas diferentes de manejo de solo são utilizadas com intuito principal de propiciar o desenvolvimento das culturas (Souza e Alves, 2003), porém seus efeitos refletem diretamente nas propriedades do solo. Sistemas convencionais tendem a provocar compactação das camadas subsuperficiais, assim ações que envolvam sua recuperação são importantes para garantir a estrutura do solo, sendo a escarificação mecânica uma opção instantânea. Estudos sobre a escarificação mecânica e rotação de culturas foram realizados por Prando et. al. (2010) em Nitossolo Vermelho, onde os valores de infiltração de água foram superiores no manejo com escarificação. Os autores porém verificaram que este efeito deu-se somente no primeiro ano do experimento, sendo que valores semelhantes de infiltração foram encontrados no segundo ano.

Santos et. al (2014), analisaram a infiltração de água em diferentes tipos de preparo do solo, sendo que o tratamento com preparo convencional apresentou os maiores valores de macroporosidade, valores mais baixos de densidade, porém, a menor taxa de infiltração de água no solo foi vista. Isto deve-se, segundo os autores, a ausência de cobertura do solo e à ação das operações de lavoura que promoveram a ruptura da continuidade dos poros, a pulverização dos agregados e o selamento superficial. Importante salientar também que os valores semelhantes de macroporosidade e densidade do solo cultivado com preparo mínimo e preparo convencional revelaram taxas de infiltração discrepantes, que pode ser explicado pelo uso do escarificador no primeiro tipo de preparo.

De maneira geral, ações como o revolvimento do solo tendem a propiciar um aumento da infiltração de água, pois aumentam a rugosidade na superfície do solo. Apesar

disso, Santos et. al (2014) alertam que estas ações são temporárias, ressaltando a importância da cobertura vegetal para amenizar o efeito da energia cinética da chuva sobre o solo, desacelerando o processo de erosão.

A recuperação do solo por meio biológico é outra alternativa para aliviar os efeitos da compactação, com o uso de plantas cujo sistema radicular profundo e agressivo seja capaz de crescer em camadas de solo compactado graças ao maior poder de turgescência das raízes (Abreu et al., 2004; Nicosolo et al., 2008). O efeito deste método porém, depende do estado de compactação em que o solo se encontra, porém é capaz de formar bioporos estáveis, melhorando a estrutura do solo.

Abreu et al., (2004) ao compararem os efeitos do método biológico e da escarificação mecânica, verificaram um efeito benéfico do método biológico com cultivo mínimo de Crotalaria (*Crotalaria spectabilis*) em médio prazo, na ruptura da camada compactada e estabelecimento de macroporos. Para este caso, a condutividade hidráulica foi usada como indicador. Resultado semelhante foi encontrado por Nicosolo et al., (2008), ao constarem o efeito favorável da utilização do nabo forrageiro (*Raphanus Sativus L.*) em consórcio com a aveia-preta, ao aumentarem os poros condutores de água e diminuir a resistência do solo à penetração, melhorando assim as condições de infiltração de água no solo.

Em contrapartida Silveira Junior et al., (2012) encontraram limitada persistência do efeito dos métodos biológico e mecânico após 18 meses no sistema plantio direto, pois obtiveram qualidade física similar no solo, com ou sem os tratamentos em Latossolo de textura argilosa em estado de compactação não restritivo ao crescimento radicular.

O plantio direto do solo tende com o tempo a modificar a estrutura do solo pela diminuição do volume de macroporos e aumento da densidade, evidenciando um estado de compactação na camada mais superficial, e conseqüente diminuição da infiltração de água (Panachuki et al., 2011). Estes autores realizaram experimento em Latossolo Vermelho, onde estudaram três sistemas de manejo do solo: semeadura direta (SD), preparo com grade aradora (PC) e preparo com escarificador (CM), sendo que ambos foram caracterizados ainda com níveis de resíduos. Os resultados apontaram um aumento na taxa de infiltração, com o aumento da quantidade de resíduo vegetal. Por outro lado, evidenciaram o efeito contrário no preparo convencional com grade aradora, muito devido a maior exposição do solo ao efeito da energia cinética da chuva. Os valores maiores de infiltração foram encontrados no preparo do solo com escarificação, porém estes se assemelharam as taxas de infiltração no solo com semeadura direta com maior quantidade de resíduo. Os estudos de Santos et al., (2014), (Quadro 1), corroboram com estes dados.

Todas as ações exercidas sobre o solo refletem em danos estruturais, desde o seu preparo até a colheita da cultura. Em um experimento com colheita de cana-de-açúcar (Latosolo Vermelho distrófico), Tomasini et al., (2010) observaram menores valores de infiltração de água na colheita mecânica de cana queimada. Estes valores devem-se, segundo os autores, a um aumento na densidade ($1,73 \text{ g/cm}^3$ contra $1,52 \text{ g/cm}^3$ na colheita manual queimada) e redução da macroporosidade (17,46% contra 26,11% na colheita manual queimada) propiciados pela compactação devido ao tráfego de máquinas. Em contrapartida, na colheita manual, o solo manteve sua estrutura mais preservada, com menor impacto nos atributos físicos, refletindo em uma taxa de infiltração básica de 45,67 mm/h contra 7,75 mm/h na colheita mecânica queimada.

Valores mais altos de infiltração ocorrem logo no início da precipitação, determinados pela intensidade e duração da chuva, além da condição de umidade em que o solo se encontra. Zonta et al., (2012) apontam que o impacto da gota de água no solo acaba propiciando um encrostamento superficial e conseqüentemente o selamento superficial que reduz a infiltração de água no solo. Para reduzir este efeito, é de substancial importância a cobertura do solo com resíduos vegetais para dissipação da energia de impacto das gotas da chuva na superfície do solo (Panachuki et al., 2011).

O papel da cobertura do solo fica evidenciado no trabalho de Santos et al., (2016), sendo que o valor da taxa de infiltração no solo com cobertura natural foi substancialmente maior (53,16 mm/h), do que o solo sem cobertura (4,84 mm/h). Alvarenga et al., (2012) confirmam, ao estudarem o índice de qualidade do solo associado à recarga de água subterrânea. Para estes autores, a maior concentração de material orgânico opera como uma defesa à intensidade das chuvas, mantendo a água no meio e assim favorecendo o processo de infiltração. A presença de matéria orgânica no solo visa contribuir para uma maior agregação devido a maior cimentação das partículas, o que tende favorecer a infiltração de água, pois o solo torna-se mais poroso.

Os estudos de Panachuki et al., (2011), já apresentados aqui, revelam ainda considerações sobre a taxa de infiltração no solo de acordo com a quantidade de resíduo vegetal sobre a superfície. No solo com semeadura direta, houve um considerável aumento da taxa de infiltração de água no solo sem resíduo (24,4 mm/h), em comparação com o solo com 4 Mg/ha de massa de resíduo vegetal (52,3 mm/h). Para os outros tipos de preparo, não houve diferença significativa.

Classes texturais x infiltração de água

A infiltração de água no solo pode variar de acordo com o tipo de solo, sendo que solos mais profundos a infiltração é mais demorada do que em solos mais rasos. A textura do solo exerce grande influência, onde solos mais arenosos, por possuírem maior quantidade de macroporos, tem maiores taxas de infiltração em comparação com solos de textura mais fina (argilosos) (Brandão, 2003). É importante frisar porém, que para garantir estas propriedades, o solo deve apresentar boa qualidade estrutural.

Bertol et al., (2015) estudaram sobre a infiltração de água em dois tipos de solo, Nitossolo Bruno e Cambissolo Húmico, com diferentes culturas e manejo. De maneira geral, maiores valores de taxas de infiltração foram encontrados no Nitossolo, também apresentando valores maiores de macroporos e menor densidade. Já no Cambissolo, foram encontrados valores menores de taxas de infiltração, nas diferentes culturas, explicados pelos altos valores de densidade e menor volume de macroporos. Isto demonstra que apesar da influência das características inerentes a cada tipo de solo, como sua textura, é a qualidade estrutural que determina as taxas infiltração.

Santi et al., (2012) ao estudarem a produtividade em um Latossolo Vermelho, sob o sistema de semeadura direta há 15 anos (com as culturas de soja, milho e trigo), apresentaram resultados de acordo com categorias (produtividade de grãos real alta, PRGA; produtividade de grãos real média, PGRM; e produtividade de grãos real baixa, PGRB) encontrando relações entre a macroporosidade, a infiltração de água no solo, a densidade, os agregados e a resistência do solo a penetração. De acordo com estes autores, a categoria com produtividade de grãos real alta se enquadra por possuir um valor maior de macroporos (média de 17%), maiores valores de infiltração de água nos dois métodos analisados (Método Cornell: 306 mm h⁻¹ e Método dos duplos anéis concêntricos: 248,53 mm h⁻¹), apesar da maior densidade (1,50 g cm³) na camada mais profunda analisada. Resultados semelhantes foram encontrados por Girardelo, et al. (2011) os quais afirmam que o menor rendimento foi obtido em uma qualidade física do solo inferior, indicados pela alta densidade e baixa porosidade que resultaram em uma menor taxa de infiltração de água.

Apesar de ser um bom indicador físico-hídrico do solo, a infiltração de água é muito sensível as variáveis que o afetam. Vieira et al., (2010), em Argissolo Vermelho-Amarelo com seringueira, constataram valores de infiltração de água no solo de 32,65 na camada de 0,10m e 101,10 mm h⁻¹ para a camada de 0,20m, no ano de 1994. A grande variação nos dados, foi justificada pelos autores pela sensibilidade da metodologia utilizada para medir a infiltração de água (permeâmetro IAC). É fato que este atributo físico-hídrico do solo pode

apresentar grandes variações, muito devido as condições de manejo do solo, até mesmo pela presença de bioporos e orifícios deixados por pequenos organismos ou animais. Outros fatores podem contribuir para uma superestimação dos valores de infiltração de água no solo, sendo estes os efeitos de dilatação e contração que provocam trincas na estrutura do solo.

Assim, estudos sobre a infiltração de água no solo devem ser realizados para compreender cada vez mais suas relações com os diversos fatores que a afetam, para que seja possível não somente garantir as reservas de água no solo, mas proporcionar às plantas este importante fator.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A infiltração de água é um forte limitante à produtividade dos cultivos agrícolas, sendo que as taxas de infiltração são afetadas diretamente pelos atributos físicos como densidade e macroporosidade. As ações de uso e manejo podem alterar negativamente o estado estrutural do solo, comprometendo a infiltração de água no solo, independente da classe textural.

REFERÊNCIAS

ABREU, S.L.; REICHERT, J.M.; REINERT, D.J. Escarificação mecânica e biológica para a redução da compactação em Argissolo franco-arenoso sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n.3, p.519-531, 2004.

ALVARENGA, C.C.; DE MELLO, C.R.; DE MELLO, J.M.; DA SILVA, A.M.; CURI, N. Índice de qualidade do solo associado à recarga de água subterrânea (IQS RA) na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Grande, MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.36, n.5, p.1608-1619, 2012.

AMARO FILHO, J.; ASSIS JÚNIOR, R.N.; MOTA, J.C.A. **Física do solo: conceitos e aplicações**. Fortaleza: Imprensa Universitária, v.1, 2008.

BAGATINI, T.; COGO, N.P.; GILLES, L.; PORTELA, C.J.; PORTZ, G.; QUEIROZ, H.T. Perdas de solo e água por erosão hídrica após mudança no tipo de uso da terra, em dois métodos de preparo do solo e dois tipos de adubação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.35, n.3, p.999-1011, 2011.

BERTOL, I.; BARBOSA, F.T.; BERTOL, C.; LUCIANO, R.V. Water infiltration in two cultivated soils in Southern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.39, n.2, p.573-588, 2015.

BONINI, A.K.; SECCO, D.; SANTOS, R.F.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. Atributos físico-hídricos e produtividade de trigo em um Latossolo sob estados de compactação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.9, p.1543-1548, 2011.

BONO, J. A.M.; MOTTA MACEDO, M.C.; TORMENA, C.A. Qualidade física do solo em um Latossolo Vermelho da região sudoeste dos Cerrados sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.37, n.3, p.743-753, 2013.

BRANDÃO, V. S. **Infiltração de água em solos sujeitos a encrostamento**. 2003. 68p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - UFV, Viçosa, 2003.

CECÍLIO, R.A.; SILVA, D.D.; PRUSKI, F.F.; MARTINEZ, M.A. Modelagem da infiltração de água no solo sob condições de estratificação utilizando-se a equação de Green-Ampt1. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.3, p.415-422, 2003.

CUNHA, J.L.; COELHO, M.E.; ALBUQUERQUE, A.W.D.; SILVA, C.A.; SILVA JÚNIOR, A.B.D.; DE CARVALHO, I.D. Water infiltration rate in Yellow Latosol under different soil management systems. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.19, n.11, p.1021-1027, 2015.

GIRARDELLO, V.C.; CARNEIRO AMADO, T.J.; DA SILVEIRA, R.N.; DE ANDRADE, T.N.H.; DE OLIVEIRA, A.F.; TABALDI, F.M.; LANZANOVA, M.E. Alterações nos atributos físicos de um Latossolo Vermelho sob plantio direto induzidas por diferentes tipos de escarificadores e o rendimento da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.35, n.6, p.2115-2126, 2011.

LIBARDI, P.L. **Dinâmica da Água no Solo**. 2. Ed. Piracicaba: P. L. Libardi, 1999.

NICOLOSO, R.D.S.; AMADO, T.J.C.; SCHNEIDER, S.; LANZANOVA, M.E.; GIRARDELLO, V.C.; BRAGAGNOLO, J. Eficiência da escarificação mecânica e biológica na melhoria dos atributos físicos de um Latossolo muito argiloso e no incremento do rendimento de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.4, p.1723-1734, 2008.

PANACHUKI, E.; BERTOL, I.; ALVES SOBRINHO, T.; OLIVEIRA, P.T.S.; RODRIGUES, D.B.B. Perdas de solo e de água e infiltração de água em latossolo vermelho sob sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa. v.35, n.5, p.1777-1785, 2011.

PINHEIRO, A.; TEIXEIRA, L.P.; KAUFMANN, V. Capacidade de infiltração de água em solos sob diferentes usos e práticas de manejo agrícola. **Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, v.4, n.2, p.188-199, 2009.

PORTELA, J.C; COGO, N.P.; BAGATINI, T.; CHAGAS, J.P.; PORTZ, G. Restauração da estrutura do solo por sequências culturais implantadas em semeadura direta, e sua relação com a erosão hídrica em distintas condições físicas de superfície. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.34, n.4, p.1353-1364, 2010.

PRANDO, M.B.; OLIBONE, D.; OLIBONE, A.P.E.; ROSOLEM, C.A. Infiltração de água no solo sob escarificação e rotação de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.34, n.3, p.693-700, 2010.

POTT, C.A.; MARIA, I.C. Comparação de métodos de campo para determinação da velocidade de infiltração básica. **Revista brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, v.27, n.1, p.19-27, 2003.

REICHERT, J.M.; REINERT, D.J.; BRAIDA, J.A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, v.27, p.29-48, 2003.

SANTI, A.L.; AMADO, T.J.C.; CHERUBIN, M.R.; MARTIN, T.N.; PIRES, J.L.; DELLA FLORA, L.P.; BASSO, C.J. Análise de componentes principais de atributos químicos e físicos do solo limitantes à produtividade de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.9, p.1346-1357, 2012.

SANTOS, M.A.D.N.D.; PANACHUKI, E.; ALVES SOBRINHO, T.; OLIVEIRA, P.T.S.D.; RODRIGUES, D.B.B. Water infiltration in an ultisol after cultivation of common bean. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.38, n.5, p.1612-1620, 2014.

SANTOS, T.E.M.; SOUZA, E.R.; MONTENEGRO, A.A.A. Modeling of soil water infiltration with rainfall simulator in different agricultural systems. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.20, n.6, p.513-518, 2016.

SILVEIRA JUNIOR, S.D.; SILVA, A.P.; FIGUEIREDO, G.C.; TORMENA, C.A.; GIAROLA, N.F.B. Qualidade física de um Latossolo Vermelho sob plantio direto submetido à descompactação mecânica e biológica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.36, n.6, p.1854-1867, 2012.

SOBRINHO, T.A.; VITORINO, A.C.; SOUZA, L.C.D.; GONÇALVES, M.C.; CARVALHO, D.F.D. Infiltração de água no solo em sistemas de plantio direto e convencional. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.2, p.191-196, 2003.

SOUZA, Z.M.; ALVES, M.C. Movimento de água e resistência à penetração em um Latossolo Vermelho distrófico de cerrado, sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.1, p.18-23, 2003.

TOMASINI, B.A.; VITORINO, A.C.; GARBIATE, M.V.; SOUZA, C.; SOBRINHO, A. Infiltração de água no solo em áreas cultivadas com cana-de-açúcar sob diferentes sistemas de colheita e modelos de ajustes de equações de infiltração. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.6, p.1060-1070, 2010.

VIEIRA, S.R.; BRANCALIÃO, S.R.; GREGO, C.R.; MELLO MARTINS, A.L. Variabilidade espacial de atributos físicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo cultivado com leguminosas consorciada com a seringueira. **Bragantia**, v.69, n.2, p.423-432, 2010.

ZONTA, J.H.; MARTINEZ, M.A.; PRUSKI, F.F.; SILVA, D.D.; ROCHA DOS SANTOS, M. Efeito da aplicação sucessiva de precipitações pluviais com diferentes perfis na taxa de infiltração de água no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.36, n.2, p.377-387, 2012.