TAXA DE INFILTRAÇÃO DA ÁGUA NO SOLO SOB CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR, EM FUNÇÃO DA INCORPORAÇÃO DE DIFERENTES RESÍDUOS

WATER INFILTRATION RATE IN SOIL UNDER CULTIVATION OF SUGAR CANE, DEPENDING ON THE INCORPORATION OF DIFFERENT WASTE

Fabio Olivieri de Nobile[(1)]
Joao Antonio Galbiatti[(2)]
Paloma Helena da Silva Libório[(3)]
Ivana Marino Bárbaro[(4)]

Resumo

Ao longo dos anos o consumo de água aumentou e seu uso indiscriminado faz com que sua qualidade na natureza diminua a cada instante. O presente trabalho foi realizado no Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal – UNESP e teve como objetivo estudar o impacto da incorporação de resíduos a um solo de textura arenosa e da aplicação de água residuária na qualidade da água percolada. Os resíduos foram incorporados em colunas de PVC com 48 cm de altura e 30 cm de diâmetro, o delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, seguindo esquema fatorial com 2 tipos de água x 5 tratamentos. Os tratamentos foram controle, adubação mineral, resíduo do processamento da bauxita, biofertilizante e composto de lixo urbano, sob irrigação com água de poço artesiano e água residuária doméstica. Com exceção do tratamento contendo resíduo do processamento da bauxita, os demais tratamentos apresentaram maiores intervalos de tempo para infiltração utilizando irrigações com água oriunda de poço artesiano e respectivamente menor intervalo de tempo com água residuária doméstica. Para ambos tratamentos contendo resíduo do processamento da bauxita, houve tendência de aumento no intervalo de tempo para infiltração da água. De acordo com os resultados obtidos, no tratamento com adubação mineral foi verificado a maior massa de matéria seca das raízes com 118,80 g vaso^{-1}.

Palavras chave: Composto de lixo. Biofertilizante. Resíduo do processamento da bauxita. Água residuária. Taxa de infiltração. Cana-de-açúcar.

[1] Doutor em Ciência do Solo pela UNESP/Campus de Jaboticabal. Docente do Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos (UNIFEB). Engenheiro Agrônomo. Endereço eletrônico:fonobile@feb.br.
[2] Livre Docente pela UNESP/Campus de Jaboticabal. Docente do Universidade Estadual Paulista (UNESP). Engenheiro Agrônomo. Endereço eletrônico: galbi@fcav.unesp.br.
[3] Graduanda em Engenharia Agronômica no Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos (UNIFEB), Endereço eletrônico: pan_liborio@hotmail.com.
[4]Pesquisadora da Agencia Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA). Engenheira Agrônoma. Endereço eletrônico:. imarino@apta.sp.gov.br

Abstract

Over the years the consumption of water has increased and its indiscriminate use causes their quality in nature decrease every second. This work was conducted in Rural Engineering Department of the Faculty of agricultural sciences and veterinary Campus of Jaboticabal – UNESP and aimed to study the impact of the incorporation of waste to a sandy texture and application of wastewater on water quality percolated. The waste was incorporated into PVC columns with 48 cm tall and 30 cm in diameter, the experimental design used was randomized blocks, following factorial scheme with 2 x 5 water treatment types. The treatments were witness, fertilizing, mineral processing bauxite residue, biofertilizer and composed of urban waste, under irrigation with water from an artesian well and domestic wastewater. With the exception of the treatment containing residue of the bauxite processing, other treatments presented larger time intervals for leakage using irrigation with water from an artesian well and respectively lower range time with domestic wastewater. For both treatments containing bauxite processing residue, there was a tendency of an increase in the time interval for water infiltration. According to the results obtained, in the treatment with mineral fertilization is verified with the highest dry matter mass of the roots with 118.80 g vase^{-1}.

Keywords: *Urban compost. Biofertilizer. Bauxite residue. Residual water. Infiltration rate. Sugar cane.*

1 Introdução

A infiltração é o processo pelo qual a água que atinge a superfície do solo é separada em dois importantes processos: a água que penetra no solo, preenchendo os microporos, atravessando o perfil e lixiviando solutos; e a água que escorre superficialmente, potencialmente contribuindo para a erosão (SILVA et al., 2006). Para Liu et al. (2011) a infiltração de água no solo é um processo físico de extrema complexidade, dado que o solo é um meio heterogêneo, com ampla variabilidade espacial, apresentando características que sofrem alterações diferenciadas no tempo e no espaço.

De acordo com Bono et al. (2012), a taxa de infiltração de água é a característica que melhor reflete a qualidade estrutural de um solo. Uma boa qualidade estrutural determina, além de maior infiltração, uma redução do escoamento superficial e, em consequência, um melhor controle da erosão.

A taxa de infiltração é um fator de extrema importância prática nas relações água-solo-planta-atmosfera, visto que, muitas vezes, permite determinar a precipitação efetiva infiltrada e o escoamento superficial do solo. Nos diversos sistemas de plantio, sua influência irá variar de acordo com o conteúdo inicial de umidade, da permeabilidade, das características físicas e químicas do solo, bem como da quantidade de matéria orgânica e do grau de compactação do mesmo (MARCHINI, 2015).

Diversos estudos na literatura apontam os fatores que afetam a taxa de infiltração de água no solo. Para Bertol et al. (2001) foi verificada a de infiltração de água no solo sob pastagens compactadas pelo pisoteio animal em relação ao solo com vegetação natural, devido ao aumento da densidade e redução da macroporosidade do solo. Brandão et al. (2006) salientam que nas condições de clima tropical, em que predominam os óxidos de ferro e alumínio em relação às argilas silicatadas, a estrutura do solo sofrer maior influência na infiltração do que a textura. Begon et al. (2006), atribui a diminuição da infiltração de água no solo em decorrência de manejos inadequados oriundos de atividades antrópicas (construção de estradas, hidrelétricas, atividades de mineração, atividades agrícolas, entre outros). Li et al. (2009), cita que a infiltração de água no solo pode ser afetada por fatores como: atributos físicos do solo (textura, estrutura, porosidade, umidade, declividade do terreno, rugosidade superficial); cobertura do solo (vegetação, solo exposto); manejo do solo; selamento superficial; impacto das gotas de chuva e da compactação da subsuperfície do solo.
Entretanto não existem trabalhos que correlacionam a qualidade de água de irrigação e o uso de resíduos como fontes de fertilizantes, com a taxa de infiltração de água no solo.

Atualemnte a irrigação agrícola é a principal atividade consumidora de recursos hídricos, sendo responsável pela utilização de 70% de toda água no mundo e o crescimento da produção pecuária, provoca um aumento ainda maior na demanda de água mundial (UNESCO, 2016). Por conta deste cenário, a utilização de águas residuais apresenta um grande potencial de aplicação para irrigação agrícola. Estes efluentes possuem concentrações de acordo com alguns parâmetros, tais como: salinidade; matéria orgânica; metais pesados e nutrientes. E que podem ter grande influência na taxa de infiltração da água no solo (NORTON-BRANDÃO et al., 2013).

Nesse mesmo sentido, os resíduos agrícolas e industriais constituem hoje um dos principais problemas enfrentados pela humanidade, devido ao acentuado crescimento demográfico e do elevado desenvolvimento tecnológico, que vem aumentando consideravelmente a quantidade de resíduos sólidos descartados pelo homem. Problemática que assume proporções ainda maiores, na medida em que se verifica a redução da disponibilidade de áreas para deposição dos rejeitos e o seu alto potencial na contaminação do meio ambiente (ANDRADE et al., 2016).

A utilização de resíduos na agricultura tem sido uma alternativa eficaz para minimizar os impactos ambientais causados por atividades antrópicas. E tornando esses resíduos em potenciais insumos agrícolas, dos quais tem a capacidade de fornecer matéria orgânica e

nutrientes ao solo, e que podem com o tempo alterar a taxa de infiltração de água nos diferentes tipos de solos (NOBILE et al., 2012)

Diante da importância do referido fato, objetivou-se com este trabalho realizar a a taxa de infiltração da água em um solo, com diferentes tratamentos utilizando: adubos minerais, o resíduo proveniente do processamento da bauxita, biofertilizante e composto de lixo urbano, sob o manejo da irrigação com água de poço artesiano e água residuária doméstica.

2 Materiais e métodos

O experimento foi instalado em casa de vegetação do Setor de Plasticultura do Departamento de Engenharia Rural, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal-SP, localizada a $21^{0}15^{'}22^{''}$ de latitude sul, $48^{0}18^{'}58^{''}$ de longitude oeste (IBGE, 1971) e a 575 m de altitude. O clima, segundo a classificação de Köeppen, é do tipo subtropical com inverno seco (Cwa), com precipitação média anual de 1.400 mm, temperatura média anual de 22°C e umidade relativa média do ar de 70%.

Utilizaram-se amostras de solo oriundas de Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico, arenoso (EMBRAPA, 2013), retiradas na camada de 0 a 20 cm. A análise físico-química foi realizada no Departamento de Solos e Adubos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal, conforme metodologia recomendada por Raij et al. (2001), como mostra a Tabela 1.

Tabela 1. Dados da análise físico-química do solo (macronutrientes)

pH	M.O.	P	K^{+}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$H^{+}+Al^{3+}$	SB	T	V
$CaCl_2$	g dm^{-3}	mg dm^{-3}	----------			$mmol_c$ dm^{-3}	----------		%
4,7	7	8	1,1	6	4	16	11,1	27,1	41

pH= potencial hidrogeniônico, M.O.= matéria orgânica, P = fósforo, K^{+}=potássio, Ca^{+2} = cálcio, Mg^{+2} = magnésio, $H^{+}+Al^{+3}$ = acidez potencial, SB = soma de bases, T = capacidade de troca catiônica e V% = saturação de bases.

A análise granulométrica do solo foi realizada conforme metodologia recomendada por Embrapa (1997) e apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Dados da análise granulométrica do solo

Argila	Silte	Areia						Classe Textural
		A.M.F.	A.F.	A.M.	A.G.	A.M.G.	Total	
---------- g Kg^{-1} ----------								
100	50	90	320	320	110	10	850	arenosa

A.M.F. = areia muito fina, A.F. = areia fina, A.M. = areia média, A.G. = areia grossa, A.M.G. = areia muito grossa.

O resíduo do processamento da bauxita, em condições de ser empregado como condicionador de solo, foi obtido junto a Alcoa Alumínio S/A – MG. Após a secagem do resíduo o mesmo foi moído e peneirado, sendo homogeneizado a uma fração do mesmo submetido à análise conforme metodologia previamente estabelecida para quantificação dos nutrientes descrita por Brasil (2014), apresentada na Tabela 3.

Tabela 3. Dados da análise química do resíduo do processamento da bauxita

N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn	Na	Pb	Cd	Ni	Cr
---------- g Kg^{-1} ----------						---------- mg dm^{-3} ----------								
4	0,001	11,4	17	1	0,8	137000	2100	4	111	50100	183	3	270	3

N = nitrogênio, P = fósforo, K = potássio, Ca = cálcio, Mg = magnésio, S = enxofre, Fe = ferro, Mn = manganês, Cu = cobre, Zn = zinco, Na = sódio, Pb = chumbo, Cd = cádmio, Ni = níquel, Cr = cromo.

O composto de lixo urbano foi obtido na cidade de São José do Rio Preto – SP, junto à empresa Constroeste Ambiental. Após a coleta, o lixo é processado, retirando o material orgânico para ser compostado e bioestabilizado. A umidade do composto teve variação de 20 a 35% e o pH de 6,8 a 7,5. Uma fração do mesmo foi submetida à análise, realizada no Departamento de Solos e Nutrição de Plantas da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – USP em Piracicaba, conforme metodologia de Brasil (2014), como mostra a Tabela 4.

Tabela 4. Dados da análise química do composto de lixo

N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn	Na	Pb	Cd	Ni	Cr
---------- g Kg^{-1} ----------						---------- mg dm^{-3} ----------								
15	4	6	31	4	4,2	25300	350	700	1100	2650	250	2	41	1

N = nitrogênio, P = fósforo, K = potássio, Ca = cálcio, Mg = magnésio, S = enxofre, Fe = ferro, Mn = manganês, Cu = cobre, Zn = zinco, Na = sódio, Pb = chumbo, Cd = cádmio, Ni = níquel, Cr = cromo.

O biofertilizante utilizado neste experimento foi obtido junto ao Departamento de Engenharia Rural, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal, SP. O mesmo foi analisado no Laboratório de Análises Químicas do Departamento de Solos e

Nutrição de Plantas da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – USP em Piracicaba conforme metodologia do Brasil (2014), cuja composição química esta apresentada na Tabela 5.

Tabela 5. Dados da análise química do biofertilizante seco (umidade 95%)

N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn	Na	Pb	Cd	Ni	Cr
---------- g Kg^{-1}----------						----------mg dm^{-3}----------								
20,3	5,6	7,3	22,1	3,7	4,3	12555	279	67,5	235,5	7	0,5	9	28	20,3

N = nitrogênio, P = fósforo, K = potássio, Ca = cálcio, Mg = magnésio, S = enxofre, Fe = ferro, Mn = manganês, Cu = cobre, Zn = zinco, Na = sódio, Pb = chumbo, Cd = cádmio, Ni = níquel, Cr = cromo.

Para a instalação do experimento foram construídos recipientes de PVC com dimensões de 48 cm de altura por 30 cm de diâmetro, totalizando um volume de 33.929,20 cm^3. O volume de solo da camada de 0 a20 cm foi calculado de acordo com a densidade do solo (1,251 Kg dm^{-3}) e o volume do vaso para a camada em questão foi de 14,14 dm^{-3}, fazendo-se relação volume do vaso e densidade do solo calculou-se a quantidade de solo necessário para a camada de 0 a 20 cm, estabelecendo 17,68 Kg de solo.

Essa quantidade de solo calculada para a camada mencionada passou por um período de 90 dias de incubação para que os tratamentos que receberam calcários (Adubação mineral, Composto de lixo urbano e Biofertilizante), ocorressem reações de neutralização da acidez do solo. De acordo com a análise do solo a quantidade de calcário dolomítico (MgO = 9%) com PRNT = 95%, calculada através do método de saturação por bases foi de 600 Kg ha^{-1}, ou seja, 4,25 gramas de calcário por vaso. As quantidades do resíduo do processamento da bauxita (PRNT = 12) calculados através do método de saturação por bases foram de 4,3 t ha^{-1}, ou seja, 30,33 gramas por vaso.

Após o período de 90 dias de incubação, o solo tratado foi novamente seco e peneirado, onde foi feita a adição de resíduos (Composto de lixo e Biofertilizante) e do adubo mineral com base na análise química e de acordo com as recomendações de Raij et al. (1997).

A quantidade de composto de lixo e biofertilizante necessário para a cultura implantada foram de 141,38 g e 282,75 g por vaso, respectivamente. Para os tratamentos que receberam fertilizantes minerais as quantidades exigidas pela cultura foram de 40 Kg ha^{-1} de nitrogênio (N), 150 Kg ha^{-1} de fósforo (P_2O_5) e 140 Kg ha^{-1} de potássio (K_2O), sendo as seguintes fontes de fertilizantes utilizadas: cloreto de potássio (60% de K_2O), nitrato de cálcio (15,5% de N) e superfosfato simples (18% de P_2O_5). As doses corresponderam a 1,70 g de cloreto de potássio, 1,95 g de nitrato de cálcio e 5,90 g de superfosfato simples por vaso.

Com o auxílio de sacos plásticos foram misturados o solo (17,68 Kg) com os resíduos (Composto de lixo e Biofertilizante) e fertilizantes. Antes do acondicionamento do solo em recipientes, foi acrescentado solo para a camada de 20 a 45 cm, do qual não recebeu nenhum tipo de resíduo, corretivo ou fertilizante mineral. A quantidade de solo levando-se em consideração a profundidade de 25 cm e a densidade do solo (1,251 Kg dm^{-3}) foi de 22,11 kg. Após acondicionamento no recipiente e preenchendo os primeiros 25 cm foi colocado o restante do solo, preenchendo outros 20 cm, totalizando assim 45 cm de comprimento do recipiente.

Depois do preenchimento do recipiente procedeu-se o transplantio da cana-de-açúcar, variedade RB 855536. Foram utilizados mudas provenientes de cultura de tecidos apresentando 1 broto emergido de cana-de-açúcar por muda.

Os tratamentos estudados resultaram da associação de diferentes tipos de fertilização do solo: A) Sem adubação mineral; B) Adubação Mineral; C) Fertilização com resíduo do processamento da bauxita; D) Fertilização com Biofertilizante; E) Fertilização com Composto de lixo urbano, com dois tipos de água de irrigação, poço artesiano e residuária doméstica. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições.

A taxa de infiltração foi determinada seguindo a metodologia adaptada de Bernardo et al., (2006), utilizando-se o método do infiltrômetro de anel, que consiste em dois anéis (externo e interno), colocados concentricamente, sendo o menor com diâmetro de 15 cm (anel interno) e o maior com 30 cm (anel externo), ambos com altura de 30 cm, respectivamente. Para a determinação da taxa de infiltração foi adicionado um litro de água no menor anel, e medido o tempo, em minutos, do volume de água infiltrado no solo.

O período de tempo transcorrido até o enchimento completo do reservatório foi de 10 minutos e o volume de água fornecido de 8 L (litros). Após o enchimento, adicionou-se mais 8 L de água, sendo o fluxo de água drenado simultaneamente por transbordamento do reservatório e pela torneira de drenagem situada na parte inferior do mesmo. Esse período foi destinado a assegurar a completa saturação hídrica do solo por capilaridade. Ao final do mesmo, o tempo transcorrido para o esvaziamento completo do reservatório pelo tubo de drenagem foi de 20 minutos. Passados sete dias da saturação do solo, começou a irrigação para avaliar o tempo de infiltração da água no solo. Para cada intervalo de amostragem foi adicionado 1 L de água e posteriormente avaliado o tempo de infiltração.

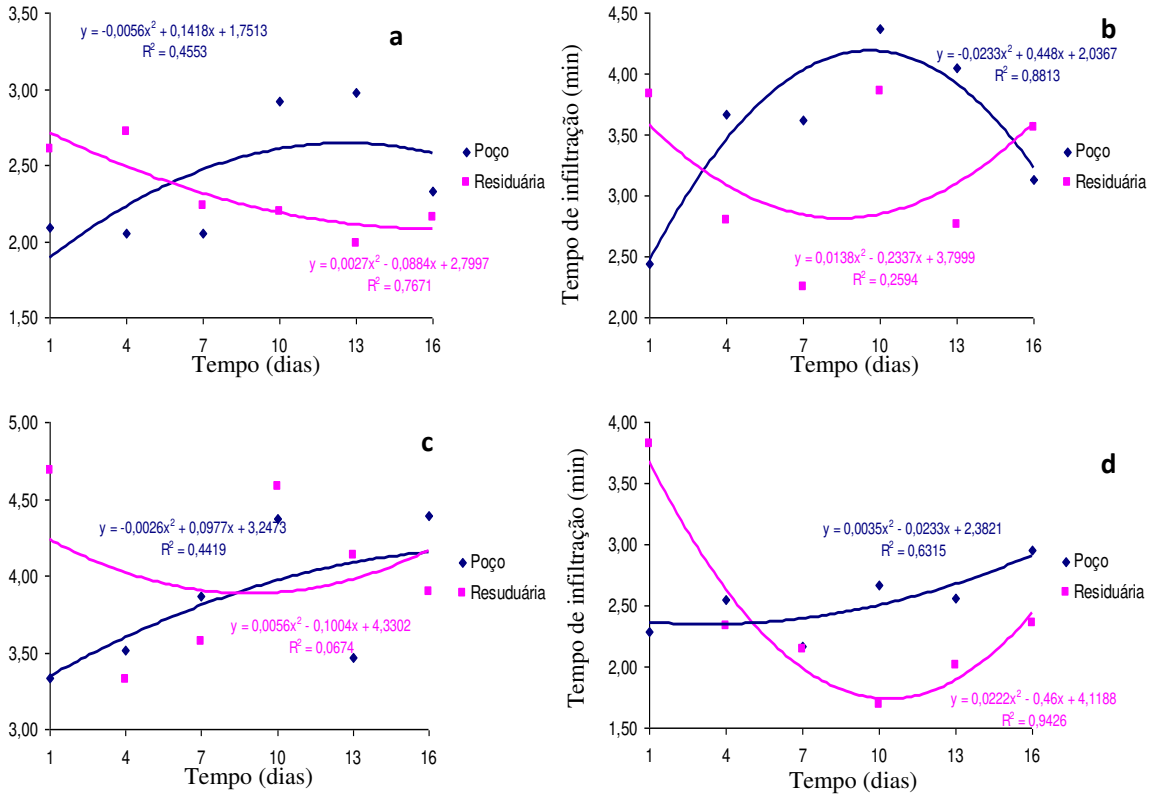
Os testes de taxa de infiltração foram realizados 200 dias após o plantio da cana-de-açúcar, foram realizados seis testes para a medição da taxa de infiltração, com intervalo de avaliação a cada três dias

Os resultados foram submetidos à análise de variância e de regressão, de acordo com os procedimentos do Statistical Analysis System (1999).

Posteriormente as avaliações da taxa de infiltração, procederam-se a amostragem da raiz, onde as mesmas foram separadas do solo pela lavagem com jato d'água, em peneirões com malha de 2,0 mm, segundo Böhm (1976), e levadas para secagem em estufa a 70°C, por 96 h. Em seguida, as raízes foram separadas das impurezas (solo e palha) e procedeu-se a pesagem, determinando assim a massa da matéria seca das raízes.

3 Resultados e discussões

Como mostra a Figura 1, houve uma diminuição da taxa de infiltração de agua no solo com o uso da água residuária, devido a maior concentração de matéria orgânica presente na água. Segundo Nobile (2009) a irrigações com águas residuárias acarretam um aumento gradual no teor de matéria orgânica, principalmente na camada superficial (0 a 10 cm), essas partículas orgânicas, presentes na água residuária, incialmente bloqueariam os macroporos explicando assim a diminuição do tempo de infiltração. Agne e Klein (2015) estabelece que um dos efeitos do aumento da matéria orgânica e o aumento de microporos no solo, elevando a taxa de retenção de agua no solo e diminuindo a taxa de infiltração.



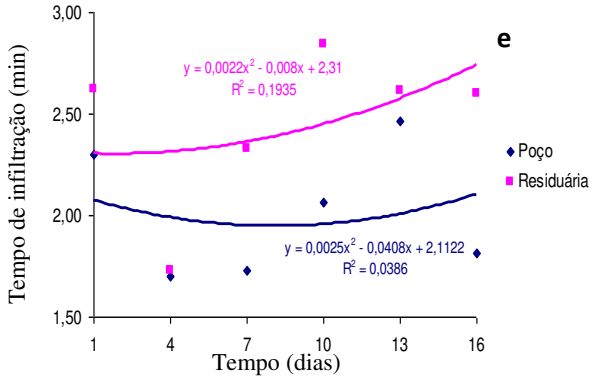


Figura 1. Regressões entre tempo (dias) e taxa de infiltração de água no solo (minutos) **a)** para tratamento controle; **b)** para tratamento com fertilizantes minerais; **c)** para tratamento com composto de lixo; **d)** para tratamento com biofertilizante; **e)** para tratamento com resíduo do processamento da bauxita

De acordo com a Figura 1a, a qualidade da água, provinda de poço artesiano ou residuária urbana, influenciaram significativamente no tempo de infiltração da água no solo, para o tratamento controle. Quando se utilizou água residuária ao logo dos dias o tempo de infiltração diminuiu, passando de 2,60 minutos para 2,16 minutos. O mesmo não pode ser observado para o uso de água de poço artesiano na irrigação, pois o tempo de infiltração de água no solo aumentou com o passar dos dias. Isso pode ser explicado pelo fechamento dos poros ocorrido pelos resíduos orgânicos presentes na água residuária, implicando em diminuição da taxa de infiltração.

De modo geral, a diminuição na taxa de infiltração, para o uso de água residuária, acontece aos 10 dias de avaliação, após esse período os resíduos começam a ser decompostos, liberando os poros do solo e estabilizando a taxa de infiltração de água no solo.

De acordo com a Figura 1b o uso de água de poço artesiano em associação com fertilizantes minerais apresentou tempos de infiltração maiores quando comparados com o tratamento controle (Figura 1a), sendo o maior tempo, 4,37 minutos, aos 10 dias de irrigação. Este fato pode ter ocorrido devido ao alto grau de salinidade dos fertilizantes minerais, que desagregam as partículas do solo, criando maior resistência a infiltração de água ao longo do perfil do solo (NOVAIS et al., 2007).

Os resultados concordam com os observados por Bertol et al. (2000), que observaram nas camadas de 0- 2,5 e 2,5 a 5,0 cm, a semeadura direta de cana-de-açúcar, apresentou maior densidade do solo e consequente maior macroporosidade e relação macroporos/porosidade total do que o preparo convencional. De acordo com Silva (2002), a decomposição das raízes das plantas forma canalículos no solo, aumentando a taxa de infiltração de água, melhorando

sua estrutura pela adição de matéria orgânica, elevando a capacidade de retenção de água e redução da velocidade de escoamento da enxurrada.

Esse elevado valor da taxa de infiltração, segundo Silva et al. (2006) também pode ter ocorrido pelo fato do solo encontrar-se no momento dos testes, com baixo teor de umidade (15%) e pelo método utilizado, o qual pressupõe uma carga hidráulica ocasionada pela lâmina de água presente sobre o solo durante a execução dos testes, fato não observado quando a área encontra-se submetida a ação de precipitações pluviais. De acordo com o autor, o solo seco inicialmente poderia gerar altas taxas de infiltração e posterior equilíbrio ao longo dos testes com a elevação da umidade do solo.

Para o tratamento com composto de lixo foi observado o mesmo comportamento, ou seja, o uso de água residuária apresentou menores valores no tempo de infiltração, quando comparado ao tratamento com água de poço artesiano (Figura 1c).

Na Figura 1d, nota-se o selamento inicial dos poros com as partículas orgânicas da água residuária e diminuição da taxa de infiltração até os 10 dias. Após inicia-se a decomposição do material orgânico e liberação dos poros com reflexo no aumento da taxa de infiltração.

A Figura 1e mostra que em ambos os casos, água de poço ou residuária, com o avanço dos dias de amostragens houve um aumento na taxa de infiltração, com maior intensidade (aos 16 dias) com o uso da água residuária na irrigação. Este fato está relacionado com o alto teor de sódio no resíduo do processamento de bauxita, o que acarreta desagregação no solo e consequentemente dificulta a infiltração de água.

De acordo com a Tabela 6, observa-se que houve diferenças significativas para a massa de matéria seca das raízes nos diferentes tratamentos avaliados.

Tabela 6. Dados do teste de Tukey para massa de matéria seca das raízes

Tratamentos	Massa de raiz (g vaso^{-1})
Adubação mineral	118,80 a
Composto de lixo	114,27 b
Biofertilizantes	74,76 c
Resíduo de bauxita	86,41 d
Controle	64,84 e
D.M.S. = 3,5614	

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5%. DMS = Diferença mínima significativa.

Como pode-se constatar na Tabela 6, a maior massa de raízes ocorreu no tratamento com fertilizantes minerais (118,80 g vaso^{-1}) e a menor massa no tratamento controle (64,84 g vaso^{-1}). Segundo Nobile (2009), o uso de fertilizantes minerais favorece o maior crescimento

das plantas, o sistema radicular, estimula a formação de poros pela intensificação dos ciclos de umedecimento e secamento, libera de exsudatos radiculares e auxilia na formação de agregados pela ação direta das raízes e sua posterior decomposição após a morte das plantas.

4 Conclusão

1. A taxa de infiltração de água no solo é menor com o uso de água residuária na irrigação até o 10º dia.

2. A menor taxa de infiltração de água no solo aconteceu na associação de irrigação com água residuária e fertilização com biofertilizante.

5 Referências

AGNE, S. A. A.; KLEIN, V. A. Matéria orgânica e atributos físicos de um Latossolo Vermelho após aplicações de dejeto de suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, n.7, p.720–726, mai, 2014.

ANDRADE, L. C.; ANDREAZZA, R.; CAMARGO, F. C. O. Atividade microbiana em solos sob doses de lodo de estação de tratamento de efluentes de um aterro industrial. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.46, n.2, fev, 2016.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecology: From individuals to ecosystems.** 4.ed. United Kingdom: Blackwell Publishing, 2006.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. Ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006.

BERTOL, I.; BEUTLER, J. F.; LEITE, D.; BATISTELA, O. Propriedades físicas de um Cambissolo Húmico afetadas pelo tipo de manejo do solo. **Scientia. Agrícola.**, Piracicaba, v.58, p. 555-560, nov., 2001.

BERTOL, I.; SCHICK, J.; MASSARIOL, J. M.; REIS, E. F. dos; DILY L. Propriedades físicas de um cambissolo húmico álico afetados pelo manejo do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n.1, p.91-95, nov., 2000.

BÖHM, W. **Methods of studying root systems**. Berlin: Springer-Verlag, 1979.

BONO, J. A. M.; MACEDO, M. C. M.; TORMENA, C. A.; NANNI, M. R.; GOMES, E. P.; MÜLLER, M. M. L. Infiltração de água no solo em um Latossolo vermelho da região sudoeste dos cerrados com diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Brasília, v.36, p. 1845-1853, fev., 2012.

BRANDÃO, V.S.; CECILIO, R.A.; PRUSKI, F.F. & SILVA, D.D. **Infiltração da água no solo**. 3.ed. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 120p. 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretária Nacional de Defesa Agropecuária. **Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes e corretivos**. Brasília: Coordenação-Geral de Apoio Laboratorial, 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA — EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA — EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Editora Atlas, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Departamento de Cartografia. **Carta do Brasil**: Jaboticabal, Taiúva e Pitangueiras. São Paulo; 1971. Escala 1:50.000.

LI, Y. X.; TULLBERG, J. N.; FREEBAIRN, D. M.; LI, H. W. Functional relationships between soil water infiltration and wheeling and rainfall energy. **Soil & Tillage Research**, v. 104. p. 156–163, 2009.

LIU, H., LEI, T. W., ZHAO, J., YUAN, C.P., FAN, Y. T., QU, L. Q. Effects of rainfall intensity and antecedent soil water content on soil infiltrability under rainfall conditions using the run off-on-out method. **Journal of Hydrology**, v. 396. p. 24-32. 2011.

MARCHINI, D. C.; LING, T. C.; ALVES, M. C.; CRESTANA, S.; SOUTO FILHO. S. N.; ARRUDA. O. G. Matéria orgânica, infiltração e imagens tomográficas de Latossolo em recuperação sob diferentes tipos de manejo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.19, n.6, p.574–580, 2015.

NOBILE, F. O. **Irrigação com duas qualidades de água e tipos de fertilizações no solo e em de cana-de-açúcar**. 2009. 153p. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

NOBILE, F. O.; GALBIATTI, J. A.; MURAISHI, R. I. Impacto de águas de irrigação e resíduos de diferentes origens nos teores de micronutrientes no solo e na cana-de-açúcar. **Nucleus**, Ituverava, v.9, n.1, p. 7-16, 2012.

NORTON-BRANDÃO, D.; SCHERRENBERG, S. M.; LIER, J. B. VAN. Reclamation of used urban waters for irrigation purposes - A review of treatment technologies. **Journal of Environmental Management**, v. 122, p. 85-98, 2013.

NOVAIS, R. F; BARROS, N. F.; FONTES, R. L.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo (Boletim Técnico 100).** Campinas: Instituto Agronômico, 1997.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001.

SAS INSTITUTE (Cary, Estados Unidos). **SAS user's guide. Cary**, 1999. 595 p.

SILVA, A. S. **Propriedades físicas e químicas do solo, sistema radicular e profundidade do milho sob diferentes sistemas de manejo na microrregião de Guarabira-PB**. 2002. 80p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia.

SILVA, J. C. A.; ANDRADE, A. P.; SILVA, I. F. Avaliação da infiltração da água no solo como indicador de modificações edáficas em três sistemas de manejo. **Agropecuária Técnica**, Paraíba, v.27, n.2, p.85–91, 2006.

UNESCO. United Nations Educational, **Scientific and Cultural Organization**, 2016. Disponível em: http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002154/215491por.pdf. Acesso em: 22 de julho de 2016.