

Efeito residual nas características do solo irrigado com água residuária doméstica tratada e adubação orgânica

Residual effect on the characteristics of the soil irrigated with treated domestic wastewater and organic fertilizer

Tainara Tâmara Santiago Silva, Joelma Sales dos Santos, Riuzuani Michelle Bezerra Pedrosa Lopes, Vera Lúcia Antunes de Lima, Danilo Rodrigues Monteiro

Resumo: Objetiva-se avaliar a influência de doses de nitrogênio disponível em composto orgânico de resíduo sólido e irrigação com água residuária doméstica tratada sobre a matéria orgânica do solo, acidez potencial, pH, macro e micronutrientes do solo cultivado com algodoeiro herbáceo. Para isto, as plantas foram cultivadas em ambiente protegido em blocos inteiramente casualizados em esquema fatorial 6 x 2, com 3 repetições; sendo 6 doses de nitrogênio disponível em composto de resíduo sólido (0, 60, 100, 140, 180 e 220 kg de N ha⁻¹) e 2 tipos de água (água de abastecimento e água residuária doméstica tratada). A adubação do solo se deu na ocasião do plantio do algodoeiro herbáceo, cultivar BRS 286, o seu ciclo foi de 140 dias. Verificou-se que a adubação com composto de resíduo sólido aliada a irrigação com água residuária doméstica tratada promoveu incrementos na matéria orgânica, pH e na H+Al. A irrigação com água residuária doméstica tratada contribuiu na elevação dos teores de macro e micronutrientes no solo ao final do ciclo do algodoeiro.

Palavras-chave: doses de nitrogênio, reúso, *Gossypium hirsutum* L.

Abstract: The objective is to evaluate the influence of nitrogen available in solid waste compost and irrigation with treated domestic wastewater on soil organic matter, potential acidity and pH of soil under upland cotton. The experiment was conducted in a protected environment, the experimental design was completely randomized block design with three replications in a factorial scheme 6x2, with 6 levels of nitrogen (0, 60, 100, 140, 180 and 220 kg N ha⁻¹) and two qualities of irrigation (water supply and domestic wastewater treated) water. The soil fertilization occurred at the time of planting of herbaceous cotton after harvest that occurred at 140 days, was sown sunflower seeds BRS 122/V2000. It has been found that compound fertilizers with irrigation solid residue combined with domestic wastewater treated in improving the organic matter, pH and H + Al. Irrigation with treated domestic wastewater contributed to the elevated levels of macro and micronutrients in the soil at the end of the cotton cycle.

Keywords : nitrogen, reuse, *Gossypium hirsutum* L.

**Autor para correspondência

Recebido para publicação em 20/09/2013; aprovado em 10/03/2014

Universidade Federal de Campina Grande E-mail: tainara.eng.agri@gmail.com

Universidade Federal de Campina Grande E-mail:

Universidade Federal de Campina Grande E-mail:

Universidade Federal de Campina Grande E-mail:

Universidade Federal de Campina Grande E-mail:

INTRODUÇÃO

Segundo a FAO (2013) de até 2050 a população mundial atingirá a marca de 9 bilhões de pessoas. O rápido crescimento da população no último século contribuiu para um sensível desequilíbrio ambiental, especialmente causado pelos resíduos produzidos. Estudos que tratam dos impactos da utilização de composto orgânico de lixo urbano e de águas de qualidade inferior na agricultura têm sido crescente; como eixos norteadores a tolerância desses resíduos no cultivo de culturas bem como os possíveis impactos causados ao solo, aos mananciais de superfície e subterrâneos e o atendimento as normas ambientais vigentes.

A disposição de efluentes de esgoto doméstico tratado na agricultura tem sido apontada como uma alternativa promissora, especialmente nas regiões semiáridas uma vez que, além de atender as necessidades hídricas das culturas também é um aporte de nutrientes, concordando com van der Hoek et al. (2002) que ressaltam como as maiores vantagens do aproveitamento da água residuária a possibilidade da reciclagem de nutrientes, a conservação da água disponível, concorrendo para a preservação do meio ambiente.

É importante salientar que a fertilização de forma indiscriminada pode causar problemas indesejados, como é o caso da acidificação do solo. Nesse contexto, diversos estudos apontam que os fertilizantes amoniacais e uréia, apesar de trazer benefícios a cultura, provoca um efeito negativo no solo que é a sua acidificação (PRIMAVESI et al., 2005; LANGE et al., 2006; COSTA et al., 2007).

O uso de composto orgânico na agricultura brasileira tem tido maior destaque nas últimas décadas, mas ainda são escassas as informações quanto à composição química, e principalmente em relação aos teores de metais pesados, proveniente da seleção inadequada do material. No entanto, destaca-se sua importante contribuição na melhoria das condições de fertilidade dos solos.

A matéria orgânica compostada se liga às partículas (areia, limo e argila), formando pequenos grânulos que não apenas ajudam na retenção e drenagem da água, mas melhoram a aeração, a capacidade de troca catiônica e as propriedades físicas do solo. Além disso, a presença de matéria orgânica no solo aumenta o número de minhocas, insetos e micro-organismos desejáveis, o que reduz a incidência de doenças nas plantas (VICENTINI et al., 2009).

Dentre os principais efeitos da aplicação de composto de lixo sobre os atributos químicos dos solos ácidos, destacam-se a elevação do pH, a neutralização da acidez trocável, a redução da acidez potencial, o aumento da disponibilidade de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e

o aumento da capacidade de troca catiônica (GIORDANO et al., 1975; MAZUR et al., 1983; KIEHL, 1985; OLIVEIRA, 2000). Recentemente, Wong et al. (1998) mostraram que o aumento do pH de solos tropicais ácidos tratados com compostos de lixo é diretamente proporcional à capacidade de consumo de prótons e à soma de bases trocáveis do material orgânico. Esse efeito está associado também à qualidade e quantidade da matéria orgânica adicionada aos solos pelo composto de lixo (OLIVEIRA, 2000).

A despeito desse fato, o composto de lixo tem também sido aplicado em solos alcalinos, objetivando a melhoria dos atributos físicos e químicos, em substituição ao gesso. Nesses solos, o composto tem promovido o aumento da solubilidade de cálcio, a troca de sódio pelo cálcio no complexo de troca, a lixiviação do sódio e a diminuição do pH (AVNIMELECH et al., 1990, 1994).

As águas residuárias são ricas em macro e micronutrientes e grande parte desses são disponibilizados apenas com a mineralização do material orgânico, exceção feita ao potássio e sódio, pois se considera que não estejam associados ao material orgânico e, portanto, não dependem da mineralização para serem disponibilizados no meio (MATOS, 2001). As principais alterações descritas para os solos fertirrigados com águas residuárias se resumem aos efeitos sobre o carbono e nitrogênio totais, atividade microbiana e N-mineral, cálcio e magnésio trocáveis, salinidade, sodicidade e dispersão de argilas (FONSECA et al., 2007a).

Ante o exposto, o objetivo desse trabalho é avaliar a influência de doses de nitrogênio disponível em composto orgânico urbano e a irrigação com água residuária doméstica tratada nas características químicas do solo cultivado com algodoeiro seguido de girassol.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido em ambiente protegido pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, localizado na seguinte coordenada: 7°12'52" de latitude Sul, 35°54'24" de longitude Oeste e altitude média de 550 metros.

O solo utilizado foi Neossolo Regolítico (EMBRAPA, 2006), tipo franco arenoso, não salino e não sódico. Para o preenchimento dos vasos o solo foi apenas seco ao ar e peneirado, não passou por nenhum tipo de tratamento. Para que fosse realizada a caracterização química (Tabela 1) e física (Tabela 2), amostras de solo foram coletadas secas ao ar, destorroadas, homogenizadas e peneiradas com malha de 5 mm, sendo em seguida encaminhada ao Laboratório de Irrigação e Salinidade da Universidade Federal de Campina Grande.

Tabela 1. Análise dos atributos químicos do Neossolo Regolítico utilizado no preenchimento dos vasos

Ca	Mg	Na	K	MO	pH	CE	V
----- (meq L ⁻¹) -----				(%)	(mmhos cm ⁻¹)		(%)
0,87	1,63	1,73	0,88	0,836	6,37	571,3	19,66

Tabela 2: Resultado da análise física do solo utilizado para preenchimento dos vasos

Areia	Silte	Argila	Umidade	Densidade do solo	Densidade da partícula	Porosidade total
----- (%) -----						
83,72	11,08	5,20	10	1,52	2,72	44,52

Para o plantio do algodoeiro utilizou-se quantidades de nitrogênio disponível no composto orgânico recomendado pela EMBRAPA, distribuídos em um delineamento experimental em blocos inteiramente casualizados, com três repetições, em esquema fatorial 6x2: seis doses de nitrogênio (0, 60, 100, 140, 180 e 220 kg de N ha⁻¹) e duas qualidades de água de irrigação (abastecimento e água residuária doméstica tratada).

O composto de resíduo sólido urbano foi adquirido na usina de reciclagem do município de

Esperança, PB. Após a coleta, a amostra do composto foi acondicionada em isopor com gelo e, em seguida, encaminhada para as análises, no Instituto Agronômico de Campinas (IAC) onde foi realizada a caracterização dos parâmetros físicos, químicos, biológicos e metais pesados. Antes do composto orgânico ser incorporado ao solo, foi peneirado em malha de 5 mm de abertura para retirada de material grosseiro, Tabela 3.

Tabela 3: Caracterização do composto de resíduo sólido

pH	U	MO	CO	N	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Mn	Pb	Ni	C/N
	(%)	----- g/kg -----					----- mg/kg -----							
8,0	48,5	115	73,8	8,4	51,45	23,8	2,5	1,7	163	47,5	106	29,2	25,9	8,8

A adubação do solo se deu na ocasião do plantio do algodoeiro, o ciclo ocorreu aos 140 dias após a emergência. Na ocasião da colheita do algodoeiro foi realizado a análise do solo contido nos vasos (Tabela 4), a

fim de ser verificado o efeito residual da adubação com composto de resíduo sólido e a irrigação com água residuária tratada no solo.

Tabela 4: Caracterização química do solo no final do ciclo do algodoeiro cultivar BRS 286

Doses (kg de N ha ⁻¹)	M.O	SB	pH	CTC	H+Al	P	K	Mg	Ca
0 AA	17,3	43,6	6,3	1,6	7	6	9	9	28
0 AR	17	55,5	7,3	2,3	10	23	11	11	51
60 AA	17,6	52,6	6,9	2,0	17	6	6	13	36
60 AR	17,3	59,7	7,3	2,7	17	9	27	14	64
100 AA	17,3	62,2	7,0	2,3	7	14	2	9	35
100 AR	17,3	76,4	7,3	3,2	10	27	3,8	11	48
140 AA	17,6	67,9	6,9	2,9	6	11	2,6	9	40
140 AR	17,3	84,3	7,5	3,8	8	37	4,8	16	56
180 AA	17,6	74,5	7,0	3,4	9	15	2,2	10	41
180 AR	17,6	89,2	7,6	3,2	9	31	4,8	13	57
220 AA	18	82,6	7,1	4,7	8	9	20	12	52
220 AR	18	88,1	7,5	5,1	9	33	33	14	59

MO = g dm⁻³; P = mg/dm³; k, Mg, Ca = mmolc/dm³

A irrigação das plantas com água residuária doméstica tratada iniciou-se aos 5 dias após a emergência das plântulas, nos dois cultivos, de acordo com reposição

da evapotranspiração da cultura. As análises da água residuária doméstica tratada foi feita a cada 45 dias, a partir do momento em que se iniciou a irrigação, Tabela 5.

Tabela 5. Caracterização química das águas utilizadas nas irrigações, água potável e residuária doméstica tratada

Água	pH	CE	P- Total	N- Total	K	Ca	Mg	Na	Zn	Cu	Fe	Mn
		dSm ⁻¹	----- mg L ⁻¹ -----									
Potável	7,3	0,30	-	-	5,43	20	15,5	35,57	-	-	-	-
Residuária	8,4	1,4	3,60	29,4	19,54	83,94	26,53	129,76	0,01	0,06	0,01	0,02

* Análises realizadas no Laboratório de Referência em Dessalinização (Labdes) da Universidade Federal de Campina Grande.

As médias por parcela, sem transformação de dados, foram submetidos à análise de variância e, no caso de F significativo para tratamentos (doses de composto), foi realizada a análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A acidez do solo se relaciona com a disponibilidade de bases e a capacidade de troca catiônica. Assim, na avaliação das características de acidez do solo são considerados a acidez ativa (pH) e a trocável (Al³⁺), a saturação por alumínio e por bases, a capacidade tampão, estimada por meio da acidez potencial (H⁺ + Al³⁺), e o teor de matéria orgânica (Alvarez V. et al., 1999).

Observa-se, na Tabela 6, o resumo da análise de variância para as variáveis teor de matéria orgânica, acidez potencial determinada pela concentração de H + Al no solo e valores de pH, após o cultivo do algodoeiro.

A qualidade da água de irrigação influenciou significativamente todas as variáveis analisadas, sendo significativo a 1% de probabilidade para o pH e acidez e a 5% de probabilidade apenas para os teores de matéria orgânica no solo. Isso provavelmente se deve à elevada carga orgânica presente nas águas residuária. GLOAGUEN et al. (2007) e LEAL et al. (2009), observaram que a irrigação com água residuária resultou em incrementos menos significativos, na ordem de 0,5 a 1,0 unidade no pH do solo, fato não constatado na presente pesquisa.

Tabela 6. Resumo da análise de variância para os teores de matéria orgânica e H + Al (acidez potencial) e para os valores de pH do solo ao final do ciclo do algodoeiro

Fonte de variação	Quadrados Médios			
	GL	M.O	pH	H + Al
Qualidade de água (A)	1	1,361*	0,587**	21,778**
Dose de Nitrogênio (N)	5	0,227 ^{ns}	0,691**	4,400**
A x N	5	0,094 ^{ns}	0,048 ^{ns}	3,111**
Resíduo	24	0,330	0,025	0,295
Total	35			
CV (%)		3,28	2,21	6,79

* ns. Significativo a 5% e não significativo, respectivamente.

Observa-se, na Tabela 7, que o solo das unidades experimentais irrigados com água residuária apresentou

maior quantidade no teor de matéria orgânica do que aquelas unidades irrigadas com água de abastecimento,

aproximadamente 2%, o que já era esperado, uma vez que as águas residuárias apresentam elevada carga orgânica. O mesmo ocorreu para acidez potencial (H+Al) que obteve um incremento de aproximadamente 3%.

Com relação ao pH do solo, a aplicação da água residuária não influenciou significativamente. Resultados distintos foram obtidos por Medeiros et al. (2005), que estudando os efeitos da aplicação de diferentes lâminas de

água residuária doméstica nas características químicas do solo, constataram que, em comparação ao manejo convencional (calagem + irrigação com água de represa), o manejo com água residuária foi mais efetivo no aumento do pH do solo em todas as faixas de profundidade monitoradas, resultados semelhantes ao dele foram obtidos por Fonseca (2001) e Garcia et al. (2008), confirmando a capacidade de elevação de pH dos efluentes secundários.

Tabela 7. Efeito da aplicação de águas de irrigação nos teores médios de matéria orgânica e H + Al (acidez potencial), e nos valores de pH do solo ao final do ciclo do algodoeiro

Valores Médios			
Fonte de água aplicada	Matéria orgânica (g dm⁻³)	H + Al (mmol_c dm⁻³)	pH
Água de abastecimento	17,333 a	7,067 a	8,777 a
Água residuária	17,722 a	7,322 a	7,222 a

Em cada coluna médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Na Tabela 8 se encontra o resumo da análise de variância para os teores de fósforo (P), potássio (K), enxofre (S), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) determinados no solo ao final do ciclo do algodoeiro herbáceo. Constatou-se efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade

para as qualidades de água em todas as variáveis analisadas. Em relação as doses de nitrogênio aplicadas é possível verificar que ocasionaram diferenças significativas em todas as variáveis analisadas, exceto o macronutriente nitrogênio.

Tabela 8. Resumo da análise de variância para os teores de macronutrientes do solo ao final do do ciclo do algodoeiro

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio				
		N	P	K	Mg	Ca
Qualidade de água (A)	1	9,424 ^{**}	2898,027 ^{**}	19,951 ^{**}	2567,111 ^{**}	2567,111 ^{**}
Doses de Nitrogênio (D)	5	0,225 ^{ns}	139,783 [*]	2,607 ^{**}	337,244 ^{**}	337,244 ^{**}
AxD	5	0,614 ^{ns}	13,827 ^{ns}	0,627 ^{ns}	48,644 ^{ns}	48,644 ^{ns}
Total	35					
CV (%)		38,27	33,04	19,88	15,76	15,76

* ns. Significativo a 5% e não significativo, respectivamente.

Observou-se que, em relação a água de abastecimento, a irrigação com efluente tratado com o reator UASB elevou os teores desses macronutrientes no

solo em aproximadamente 37% para o Nitrogênio (N), 59% Fósforo, 39% Potássio (K), 30% Magnésio (Mg) e Cálcio (Ca).

Tabela 9. Efeito da aplicação de águas de irrigação nos teores médios de macronutrientes do solo ao final do ciclo do algodoeiro

Fonte de água aplicada	Valores médios				
	N	P	K	Mg	Ca
	----- (mg dm ⁻³) -----				
Água abastecimento	1,7288a	12,6111a	2,3666a	38,6111a	38,6111a
Água residuária	2,7522b	30,5555b	3,8555b	55,5000b	55,5000b

Em cada coluna médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Observa-se na Tabela 10 o resumo da análise de variância para os micronutrientes do solo cobre (Cu), boro (B), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) após o cultivo do algodoeiro. Verifica-se que a qualidade da água de irrigação influenciou significativamente as variáveis analisadas cobre (Cu), ferro (Fe), e zinco (Zn) sendo significativo a 1% de probabilidade para os teores de micronutrientes no solo.

Pesquisas realizadas utilizando águas residuárias para irrigação obtiveram como resposta teores de Manganês que não foi verificada diferença significativa no teor do referido micronutriente entre os tratamentos

irrigados com efluente de esgoto e água potável (AZEVEDO, 2004; FONSECA, 2005; DUARTE, 2006). Porém, em estudos realizados por ADEKALU & OKUNADE (2002) na Nigéria e por MOHAMMAD & MAZAHREH (2003) na Jordânia, foi observado que a aplicação de águas residuárias contribuiu para o aumento de Mn trocável no solo após o cultivo de forrageiras. Convém, contudo, ressaltar que, assim como para os outros elementos, os teores de manganês e o acúmulo deste nutriente no solo dependem diretamente da concentração do metal na água aplicada, do tipo de solo cultivado, da lâmina de água aplicada e do período de aplicação (DUARTE, 2006).

Tabela 10. Resumo da análise de variância para os teores de micronutrientes do solo ao final do ciclo do algodoeiro

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio					
		Cu	B	Fe	Mn	Zn	Ni
Qualidade de água (A)	1	0,1344**	0,0096 ^{ns}	46,6944**	2,0544 ^{ns}	4,7669**	0,0002 ^{ns}
Doses de Nitrogênio (D)	5	0,0084*	0,0037 ^{ns}	4,1611**	6,0411**	0,4302*	0,0007 ^{ns}
AxD	5	0,0037 ^{ns}	0,0090*	1,4944 ^{ns}	3,2544 ^{ns}	0,0342*	0,0007 ^{ns}
Total	35						
CV (%)		33,91	18,53	8,94	11,95	28,93	53,56

* ns. Significativo a 5% e não significativo, respectivamente.

Constatou-se efeito significativo a 5% de probabilidade da qualidade de água para os micronutrientes cobre e zinco, e observou-se que, em relação a água de abastecimento, a irrigação com efluente

tratado apenas em reator UASB elevou os teores desses micronutrientes no solo em aproximadamente 60% e 43%, respectivamente.

Alguns estudos têm constatado a ocorrência de aumento na disponibilidade de Fe no solo devido à irrigação com esgotos tratados, no entanto, isto geralmente ocorre ou devido à elevada concentração do micronutriente no efluente e/ou em condições de solo

neutro ou ligeiramente alcalino, onde a aplicação da água residuária acarreta em diminuição no pH do solo, elevando a disponibilidade de micronutrientes catiônicos (FONSECA, 2005).

Tabela 11. Efeito da aplicação de águas de irrigação nos teores médios de micronutrientes do solo ao final do experimento

Valores médios						
Fonte de água aplicada	Cu	B	Fe	Mn	Zn	Ni
	----- (mg dm ⁻³) -----					
Água abastecimento	0,08333a	0,2661a	8,3333a	5,9722a	0,9500a	0,0116a
Água residuária	0,2055b	0,2988a	9,3333a	6,4500a	1,6777b	0,0166a

Em cada coluna médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade

Elevações na produtividade e nos teores de nutrientes de plantas irrigadas com águas residuárias tratadas se devem não só à presença de montantes adequados de macro e micronutrientes nesses efluentes mas, também, aos elevados teores de matéria orgânica que atua melhorando a estrutura e outras propriedades físicas do solo garantindo maior disponibilização de água e nutrientes às culturas (RAMÍREZ-FUENTES et al., 2002).

CONCLUSÕES

1. A qualidade da água utilizada na irrigação afetou significativamente as matéria orgânica, pH e acidez.
2. A matéria orgânica, ao final do ciclo do algodoeiro, não foi afetada significativamente pelas doses de nitrogênio.
3. A qualidade de água influenciou significativamente todos os macronutrientes analisados.
4. Quando comparada a irrigação com água de abastecimento a irrigação com o efluente tratado em reator UASB contribuiu para a elevação dos teores de cobre e zinco no solo após o cultivo do algodoeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEKALU, K. O.; OKUNADE, D. A. Effects of pond water and sewage effluent treatments on yield and nutrient

uptake of maize (*Zea mays* L.). *Tropical Agriculture*, v.79, p.120-124, 2002.

ALVAREZ V., V. H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. 1999. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5º Aproximação. Editora UFV, 1999. p. 25-32.

AVNIMELECH, Y.; KOCHBA, M.; YOTAL, Y. & SHKEDI, D. On the use of municipal solid waste for the reclamation of saline and alkaline soils. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF SOIL SCIENCE, 14., Kyoto, 1990. Transactions. Kyoto, ISSS, 1990. v.6. p.186-191.

AVNIMELECH, Y.; SHKEDI, D.; KOCHBA, M. & YOTAL, Y. The use of compost for the reclamation of saline and alkaline soils. *Compost Sci. Util.*, 2:6-11, 1994

AZEVEDO, L. P. Avaliação da qualidade microbiológica e da produção de alface americana sob diferentes sistemas de irrigação utilizando águas residuárias. 2004, 77p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2004.

COSTA, K.A.P. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação de pastagem de capim-marandu em solo de Cerrado. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2007. 95p. (Tese de Doutorado)

- DUARTE, A. S. Reuso de água residuária tratada na irrigação da cultura do pimentão (*Capsicum annuum* L.). 187f. Tese de Doutorado em Agronomia -Irrigação e Drenagem, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Girassol Embrapa 122/V-2000**. Londrina, 2006. (Folder n. 04/2006).
- FONSECA, A. F. Disponibilidade de nitrogênio, alterações nas características químicas do solo e do milho pela aplicação de efluente de esgoto tratado. 2001. 110f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.
- FONSECA, A. F.; MELFI, A. J.; MONTES, C. R. Maize growth and changes in soil fertility after irrigation with treated sewage effluent. II. Soil acidity, exchangeable cations, and sulfur, boron, and heavy metals availability. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v.36, p.1983-2003, 2005.
- GARCIA, G. O.; FERREIRA, P. A.; MATOS, A. T.; RUIZ, H. A.; MARTINS FILHO, S. Alterações químicas em três solos decorrentes da aplicação de águas residuárias da lavagem e despulpa de frutos do cafeeiro conilon. *Engenharia na Agricultura*, v.16, p.416-427, 2008.
- GIORDANO, P.M.; MORTVEDT, J.J. & MAYS, D.A. Effect of municipal wastes on crop yields and uptake of heavy metals. *J. Environ. Qual.*, 4:394-399, 1975.
- GLOAGUEN, T.V.; FORTI, M.C.; LUCAS, Y.; MONTES, C.R.; GONÇALVES, R.A.B.; GWENZI, W. & MUNONDO, R. Long-term impacts of pasture irrigation with treated sewage effluent on nutrient status of a sandy soil in Zimbabwe. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, v.82, p.197-207, 2008.
- KIEHL, E.J. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba, Ceres, 1985. 492p.
- LANGE, A.; CARVALHO, J.L.N.; DAMIN, V.; CRUZ, J.C. & MARQUES, J.J. Alterações em atributos do solo decorrentes da aplicação de nitrogênio e palha em Sistema semeadura direta na cultura do milho. *Ci. Rural*, 36:460 – 467, 2006.
- LEAL, R. M. P.; FIRME, L. P.; MONTES, C. R.; MELFI, A. J.; PIEDADE, S. M. S. Soil exchangeable cations, sugarcane production and nutrient uptake after wastewater irrigation. *Scientia Agricola*, v.66, n.2, p. 242-249, 2009.
- MATOS A. T.; LO MONACO, P. A.; PINTO, A.B.; FIA, R.; FUKUNAGA, D.C.. Polluant potential of wastewater from the coffee fruits processing. In: SOARES, A.A. E SATURNINO H.M. Competitive use and conservation strategies for water and natural resources. Fortaleza:ABID, 2001, p.158-165.
- MAZUR, N.; VELLOSO, A.C.X. & SANTOS, G.A. Efeito do composto de resíduo urbano no pH e alumínio trocável em solos ácidos. *R. Bras. Ci. Solo*, 7:157-159, 1983.
- MEDEIROS, S. S.; SOARES, A. A.; NEVES, J. C. L.; MATOS, A. T.; SOUZA, J. A. A. Utilização de água residuária de origem doméstica na agricultura: estudo das alterações químicas do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, n.9, v.4, p.603-612, 2005.
- MOHAMMAD, M. J.; MAZAHREH, N. Changes in soil fertility parameters in response to irrigation of forage crops with secondary treated wastewater. *Communications in soil science and plant analysis*, v.34, n.9/10, p.1281-1294, 2003.
- OLIVEIRA, F.C. Disposição de lodo de esgoto e composto de lixo urbano num Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado com cana-de-açúcar. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2000. 247p. (Tese de Doutorado)
- PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L.A.; CANTARELLA, H. & SILVA, A.G. Absorção de cátions e ânions pelo capim-Coastcross adubado com uréia e nitrato de amônio. *Pesq. Agropec. Bras.*, 40:247-253, 2005.
- RAMIREZ-FUENTES, E.; LUCHO-CONSTANTINO, C.; ESCAMILLA-SILVA, E.; DENDOOVEN, L. Characteristics, carbon and nitrogen dynamics in soil irrigated with wastewater for different lengths of time. *Bioresource Technology*, Essex, v.85, p.179-181, 2002.
- VAN DER HOEK, W.; HASSAN, U. M.; ENSINK, J. H. J.; FEENSTRA, S.; RASCHID-SALLY, L.; MUNIR, S.; ASLAM, R.; ALIM, N.; HUSSAIN, R.; MATSUNO, Y. Urban wastewater: a valuable resource for agriculture. A case study from Horoonabad, Pakistan. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute, 2002. 29 p. (Research Report, 63).
- VICENTINI, V.E.P., CAMPAROTO, M.L., TEIXEIRA, R.O., MANTOVANI, M.S. A verrhoa carambola L., *Syzygium cumini* (L.) Skeels and *Cissus sicyoides* L.: medicinal herbal tea effects on vegetal and test systems. *Acta Scientiarum*, v. 23, p. 593-598. 2009.