



Influência da fertirrigação com efluentes domésticos na qualidade de solos cultivados com milho (*Pennisetum americanum*)⁽¹⁾

Aldrin Martin Perez Marin⁽²⁾; **Cassiana Felipe de Souza**⁽³⁾; **Jhony Vendruscolo**⁽⁴⁾; **Maria Aparecida da Silva Barbosa**⁽⁵⁾; **Vanessa dos Santos Gomes**⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do INSA e CNPq;

⁽²⁾ Professor e pesquisador; Universidade Federal da Paraíba e Instituto Nacional do Semiárido; Campina Grande, PB; aldrin.perez@insa.gov.br;

⁽³⁾ Doutoranda em Fitotecnia; Universidade Federal do Semiárido; Mossoró, RN; cassianafelipe@gmail.com;

⁽⁴⁾ Doutorando em Ciência do Solo; Universidade Federal da Paraíba; Areia, PB; jhoven2@hotmail.com;

⁽⁵⁾ Mestranda em Ciência do Solo; Universidade Federal da Paraíba; Areia, PB; cydasilva84@gmail.com;

⁽⁶⁾ Mestranda em Ciência do Solo; Universidade Federal da Paraíba; Areia, PB; vanessa.gestao.ifpb@gmail.com.

RESUMO: Efluentes domésticos podem ser fontes alternativas de água e nutrientes na agricultura do semiárido paraibano. Objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de efluentes domésticos na qualidade de solos cultivados com milho. O trabalho foi realizado no INSA, com 3 tipos de solos (Planossolo, Luvisso solo crômico e Neossolo Litólico) e 6 tipos de fertirrigação (água de abastecimento (AB); água de abastecimento mais fertilização mineral (AB+NPK); efluente doméstico (ED); 1,5% de urina humana e 98,5% de efluente doméstico (EDUH_{1,5%}); 3,0% de urina humana e 97% de efluente doméstico (EDUH_{3,0%}); e 4,5% de urina humana e 95,5% de efluente doméstico (EDUH_{4,5%}). Foram usados como indicadores de qualidade do solo atributos físico-químicos (CE) e químicos (pH, P, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, nitrogênio total - N, COT e PST), antes e após o período experimental. Os tratamentos elevaram o PST e a CE, independente do tipo de solo. Para o uso de efluentes domésticos na irrigação, deve-se realizar um tratamento para redução dos teores de Na, e considerar as características de cada solo.

Termos de indexação: alternativa hídrica e nutricional, impacto ambiental, atributos químicos.

INTRODUÇÃO

O lançamento indiscriminado de efluentes domésticos causa problemas na qualidade dos solos. Porém, por serem constituídos de nutrientes e grande quantidade de água, possuem potencial de utilização no semiárido paraibano.

O uso de efluentes domésticos tratados propiciam a conservação do solo e o aumento da produtividade agrícola (Veloso et al., 2004). Contudo, o acúmulo de contaminantes orgânicos e inorgânicos pode acarretar aumento na salinidade e/ou sodicidade, reduzindo a qualidade do solo (Brasil, 2007). Por isso é necessário o monitoramento dos atributos do solo após aplicação de água residuária.

Objetivou-se com o trabalho, avaliar o efeito da

aplicação de efluentes domésticos na qualidade de três tipos de solos cultivados com milho.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida de maio a agosto de 2013, em ambiente protegido, na Estação Experimental Rafael Fernandes, pertencente ao Instituto Nacional do Semiárido (INSA), Campina Grande-PB. A região tem clima semiárido quente e seco (BSh) (Köppen & Geiger, 1936), e estação chuvosa de março a julho, com precipitação de 347,2 mm no referido ano.

Implantação e desenvolvimento experimental

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com esquema fatorial (3 x 6), sendo três tipos de solos (Planossolo, Luvisso solo Crômico e Neossolo Litólico) e seis tratamentos de fertirrigação (água de abastecimento (AB); água de abastecimento mais fertilização mineral no solo à base de NPK (AB+NPK); efluente doméstico (ED); 1,5% de urina humana e 98,5% de efluente doméstico (EDUH_{1,5%}); 3,0% de urina humana e 97% de efluente doméstico (EDUH_{3,0%}); e 4,5% de urina humana e 95,5% de efluente doméstico (EDUH_{4,5%}); com quatro repetições. Cada unidade experimental foi constituída por um vaso plástico de 60 L. Foram preenchidos 72 vasos, em cada um, utilizou-se uma camada de 4,5 kg de brita, sobposto a 56 kg de solo.

Os solos foram coletados em áreas com processo de desertificação, na camada de 0 a 20 cm. Posteriormente, foram analisadas amostras de solo de cada unidade experimental, antes e ao final do período (**Tabela 1**). Os atributos avaliados foram pH em água (1:2,5), fósforo (P), potássio (K⁺), cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺) e condutividade elétrica (CE) (EMBRAPA, 1997), nitrogênio total (N) (Bremner, 1960), carbono orgânico total (COT) (Walkley & Black, 1934), e porcentagem de sódio trocável (PST).

A adubação mineral com NPK (**Tabela 2**), foi realizada com base nos valores médios da análise de solo (**Tabela 1**), seguindo-se as recomendações de



A aplicação de EDHU (1,5%, 3,0% e 4,5%), apesar de não alterar a classe do pH (**Tabela 7**), reduziu o valor deste indicador (**Tabela 1**), aproximando-o da faixa recomendada à maioria das culturas (Alvarez V. et al., 1999).

A qualidade do Neossolo Litólico passou de moderada para baixa após aplicação de AB, AB+NPK, ED e EDHU_{4,5%}, mantendo as classes para os demais tratamentos (**Tabelas 4 e 8**). A aplicação de AB reduziu a qualidade em relação ao pH, N, PST, Ca²⁺ e CE; a AB+NPK diminuiu a qualidade com relação a pH, PST, K⁺, Ca²⁺ e CE; o ED e o EDHU_{4,5%}, apesar de melhorar as classes para Ca (segundo), K⁺ e Mg²⁺⁺ (ambos), também reduziram a qualidade com relação a pH, N, PST e CE. Este solo possui uma camada que impede a sua drenagem (mais sensível a salinização), apresentando, segundo Melo et al. (2001), maiores limitações ao uso de efluentes domésticos.

Tabela 8 - Qualidade do Neossolo Litólico (QNL), no início (I) e ao final (F) do período experimental.

Indicador	Tratamentos											
	AB		AB+NPK		ED		EDHU 1,5%		EDHU 3,0%		EDHU 4,5%	
	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F
pH	4	5	3	5	3	5	4	5	3	3	3	4
N	2	4	1	1	1	3	1	1	3	1	2	3
PST	1	5	1	3	1	5	1	5	1	5	1	5
P	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
K ⁺	3	3	3	4	3	2	3	1	3	1	3	1
Ca ²⁺	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	4	3
Mg ²⁺	3	1	1	1	2	1	1	1	3	1	2	1
COT	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
CE	3	5	2	5	3	5	3	5	3	5	2	5
QNL	3	4	3	4	3	4	3	3	3	3	3	4

CONCLUSÃO

Os efluentes domésticos devem ser tratados para redução dos teores de Na, antes da irrigação.

Após a redução dos teores de Na, podem ser utilizados, nas condições estudadas, o EDHU_{1,5%}, EDHU_{3,0%} e o EDHU_{4,5%}, no Neossolo Litólico, como fonte de K⁺ e Mg²⁺⁺, e no Luvisolo Crômico, para redução do valor do pH.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ V., V. H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F. et al. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G. & ALVAREZ V., V. H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5. Aproximação. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. p.26-28.

BREMNER, J. M. Determination of nitrogen in soil by the kjeldahl method. Journal of Agricultural Science, 55:11-33, 1960.

BRASIL. Aplicação controlada de água residuária e lodo de esgoto no solo, para melhorar e incrementar a agricultura do semi-árido nordestino. Brasília: Funasa, 2007. 120p. (Relatório Final)

CANTÚ, M. P.; BECKER, A.; BEDANO, A. C. et al. Evaluación de la Calidad de Suelos Mediante el Uso de Indicadores e Índices en la Arentina. Ciencia del Suelo, 25:173-178, 2007.

EMBRAPA. Espacialização da Porcentagem de Sódio Trocável do Solo no Perímetro Irrigado Califórnia, em Canindé de São Francisco, Sergipe. Aracajú: Embrapa, 2010. 19p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 61)

EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1997. 212p.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3.ed. Brasília: EMBRAPA Solos, 2013. 353p.

HARGREAVES, G. H. & SAMANI, Z. A. Reference crop evapotranspiration from temperature. Applied Engineering Agriculture, 1:96-99, 1985.

KÖPPEN, G. W & GEIGER, M. R. Handbuch der Klimatologie. Berlin, 1936. 44p.

MELO, H. N. S.; MIRANDA, R. J. A. ANDRADE NETO, C. O. et al. Salinização no pós-tratamento de esgotos por disposição controlada no solo. In: CHERNICHARO, C. A. L. Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios. Belo Horizonte: PROSAB, 2:39-48, 2001. (Coletânea de trabalhos técnicos)

PEREIRA FILHO, I. A.; FERREIRA, A. S.; COELHO, A. M. et al. Manejo da Cultura do Milheto. Sete Lagoas: EMBRAPA, 2003. 65p. (Circular Técnica 29)

POTT, L. P.; AMADO, T. J. C.; NORA, D. D. et al. Condutividade elétrica do solo e sua relação com os atributos químicos e a produtividade da cultura do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO - ConBAP 2014. Ribeirão Preto, 2014. 4p.

SILVA, G. F.; OLIVEIRA, F. H. T.; PEREIRA, R. G. et al. Doses de nitrogênio e de fósforo recomendadas para produção econômica de milho verde em Mossoró-RN. Magistra, 26:471-485, 2014.

VELOSO, M. E. C.; DUARTE, S. N. & SILVA, I. J. O. Potencial de uso de águas residuárias na agricultura como suprimento hídrico e nutricional. Engenharia Rural, 15:79-86, 2004.

WALKLEY, A. & BLACK, I. A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science, 37:29-38, 1934.

WERLE, R.; GARCIA, R. A. & ROSOLEM, C. A. Lixiviação de potássio em função da textura e da disponibilidade do nutriente no solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 32:2297-2305, 2008.



Tabela 1 - Valores dos atributos químicos dos solos, no início (I) e ao final (F) do período experimental.

Solo	Atributo/ indicador	Tratamento											
		AB		AB+NPK		ED		EDUH _{1,5%}		EDUH _{3,0%}		EDUH _{4,5%}	
		I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F
Planossolo	pH em H ₂ O (1:2,5)	5,43	6,16	5,38	6,06	5,43	6,30	5,43	5,19	5,43	5,14	5,39	5,79
	N (%)	0,04	0,06	0,04	0,06	0,04	0,06	0,05	0,07	0,06	0,06	0,04	0,07
	PST (%)	1,80	10,9	1,80	9,48	1,89	12,0	1,99	24,3	1,8	26,0	1,93	28,6
	P (mg dm ⁻³)	4,37	5,27	4,37	6,91	4,37	5,60	4,38	6,69	4,38	6,73	4,36	7,13
	K ⁺ (mg dm ⁻³)	107	88	120	94	107	118	107	200	114	278	109	317
	Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	4,84	4,17	4,58	4,08	4,84	4,14	4,57	4,10	4,33	4,24	4,30	3,59
	Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	3,15	2,62	3,14	2,94	2,55	2,74	2,88	2,13	3,46	1,87	3,27	2,68
	COT (dag kg ⁻¹)	0,51	0,64	0,39	0,65	0,50	0,69	0,60	0,72	0,65	0,63	0,41	0,76
	CE (dS m ⁻¹)	0,13	0,54	0,13	0,32	0,12	0,48	0,12	1,04	0,13	1,36	0,11	1,57
Luvissolo Crômico	pH em H ₂ O (1:2,5)	8,13	8,03	8,23	8,25	8,21	8,25	8,23	7,98	8,21	7,73	8,23	7,61
	N (%)	0,10	0,12	0,13	0,14	0,10	0,13	0,11	0,12	0,10	0,11	0,12	0,11
	PST (%)	0,80	9,50	0,82	8,76	0,78	10,4	0,76	12,5	0,78	16,29	0,89	18,0
	P (mg dm ⁻³)	5,28	1,83	5,30	2,99	5,55	1,66	5,00	4,26	5,00	4,99	5,25	5,91
	K ⁺ (mg dm ⁻³)	108	91	117	95	111	112	112	192	121	312	104	399
	Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	32,40	29,4	30,6	30,3	32,4	28,4	33,8	31,0	31,7	33,8	30,7	35,5
	Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	2,07	1,61	4,02	1,68	2,27	2,79	1,64	0,53	2,46	0,83	1,93	1,39
	COT (dag kg ⁻¹)	1,04	1,22	1,38	1,45	1,03	1,33	1,18	1,24	1,11	1,08	1,20	1,14
	CE (dS m ⁻¹)	0,12	1,08	0,11	0,69	0,12	0,96	0,11	1,69	0,12	3,79	0,12	5,34
Neossolo Litólico	pH em H ₂ O (1:2,5)	6,62	7,61	6,31	6,91	6,47	7,61	6,51	6,86	6,48	6,33	6,47	6,54
	N (%)	0,03	0,02	0,04	0,06	0,05	0,02	0,06	0,06	0,03	0,05	0,03	0,03
	PST (%)	0,94	28,9	0,88	16,9	1,01	40,1	1,08	30,2	1,13	41,52	1,30	39,8
	P (mg dm ⁻³)	1,42	1,76	1,44	6,76	1,45	1,76	1,44	6,21	1,45	7,26	1,45	8,02
	K ⁺ (mg dm ⁻³)	71	69	69	50	69	84	69	110	69	240	69	215
	Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	2,92	2,35	2,88	2,35	2,25	2,25	1,85	2,05	2,00	2,42	1,76	1,96
	Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,78	2,28	1,50	1,77	1,15	1,58	1,28	1,33	0,95	2,23	1,09	1,96
	COT (dag kg ⁻¹)	0,38	0,10	0,39	0,06	0,53	0,10	0,41	0,14	0,30	0,20	0,35	0,18
	CE (dS m ⁻¹)	0,06	0,88	0,08	0,49	0,05	0,53	0,04	0,78	0,06	2,02	0,07	1,50

AB - água de abastecimento; AB+NPK - água de abastecimento mais fertilização mineral no solo à base de NPK; ED - efluente doméstico; EDUH_{1,5%} - 1,5% de urina humana e 98,5% de efluente doméstico; EDUH_{3,0%} - 3,0% de urina humana e 97% de efluente doméstico; EDUH_{4,5%} - 4,5% de urina humana e 95,5% de efluente doméstico.

Tabela 2 - Doses de adubação mineral contendo NPK, para o tratamento AB+NPK.

Solo	Dose (g vaso ⁻¹)		
	Superfosfato simples	Cloreto de potássio	Ureia
Planossolo	4,38	1,94	4,44
Luvissolo Crômico	8,77	1,94	4,44
Neossolo Litólico	8,67	1,87	4,37

Tabela 3 - Dados referentes ao efluente doméstico (ED), urina humana (UH) e água de abastecimento (AB).

Solução	Origem	Local e tempo de armazenamento
ED	Sede administrativa do INSA	Caixa d'água de polietileno (1000 L), durante o período experimental
UH	Funcionários do sexo masculino (18 a 50 anos) da Estação experimental do INSA	Garrafas PETs por 3 meses, e após o período de estocagem, em um tonel de plástico de 160 L, hermeticamente fechado
AB	Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA)	Caixa d'água de polietileno (1000 L), durante o período experimental

Tabela 5 - Indicadores para avaliação da qualidade dos solos (IQS), e índices dos valores mínimos e máximos.

Indicador	Fonte bibliográfica	IQS		Equação
		I _{min}	I _{max}	
pH em água (1:2,5)	Alvarez V. et al., 1999	4,50	5,75*	1
P (mg dm ⁻³)	Alvarez V. et al., 1999	5,75	≥ 7,00**	2
K ⁺ (mg dm ⁻³)	Alvarez V. et al., 1999	≤ 10,0	45,0	1
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	Alvarez V. et al., 1999	15	≥ 120	1
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	Alvarez V. et al., 1999	0,40	≥ 4,00	1
COT (dag kg ⁻¹)	Alvarez V. et al., 1999	0,15	≥ 1,50	1
N (%)	Alvarez V. et al., 1999	0,40	4,06	1
PST (%)	Silva et al., 2014	0,00	≥ 0,04	1
	EMBRAPA, 2010	0,00	30,0	2
	Pott et al., 2014	0,00	0,11*	1
CE (dS m ⁻¹)		0,11	≥ 0,22**	2

*Utilizado quando os resultados das análises estão abaixo de 5,75 (pH) ou 0,112 (CE); **Utilizado quando os resultados das análises estão acima de 5,75 (pH) ou 0,112 (CE).