



Influência de solos fertirrigados com efluentes domésticos na biometria de milheto (*Pennisetum americanum L.*)⁽¹⁾

Maria Aparecida da Silva Barbosa⁽²⁾; Cassiana Felipe de Souza⁽³⁾; Aldrin Martin Perez Marin⁽⁴⁾; Jhony Vendruscolo⁽⁵⁾; Vanessa dos Santos Gomes⁽⁶⁾; Ewerton Gonçalves de Abrantes⁽⁷⁾.

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

⁽²⁾ Mestranda em Ciência do Solo; Universidade Federal da Paraíba; Areia, PB; cydasilva84@gmail.com;

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

⁽⁴⁾ Professor e pesquisador; Universidade Federal da Paraíba e Instituto Nacional do Semiárido; Campina Grande, PB; aldrin.perez@insa.gov.br;

⁽⁵⁾ Doutorando em Ciência do Solo; Universidade Federal da Paraíba; Areia, PB; jhoven2@hotmail.com;

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

⁽⁷⁾ Doutorando em Ciência do Solo; Universidade Federal da Paraíba; Areia, PB; ewertonagroti@hotmail.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 milheto. O trabalho foi realizado no INSA, com 3 tipos de solos (Planossolo, Luvissoilo Crômico e Neossolo Litólico) e 6 tipos de fertirrigação (água de abastecimento (AA); água de abastecimento mais fertilização mineral (AA+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 analisados o número de perfilhos (NP) e de folhas (NF), e a área foliar total (AFT) aos 66 dias após semeadura (DAS), e altura da planta (AP), comprimento da raiz (CR) e diâmetro do colmo (DC) aos 105 DAS. O Luvissoilo proporcionou maiores valores para todas as variáveis, enquanto o Neossolo apresentou os menores valores para NP, NF, CR e AFT. As concentrações de urina humana diluída em efluente doméstico não influenciaram a AP e o DC, porém, elevaram o NF e a AFT, independente do solo. Concluiu-se que a utilização de urina diluída em efluente doméstico obteve melhor desempenho no Luvissoilo, contudo com maior amplitude de resposta no Neossolo, com potencial de uso como fertilizante, dessa forma tornando-se necessário estudos mais apurados a cerca deste assunto.

Termos de indexação: alternativa hídrica e nutricional, água de reuso, semiárido.

INTRODUÇÃO

A região semiárida paraibana impõe limites ao crescimento de culturas agrícolas, por geralmente apresentar solos de baixa fertilidade natural (Menezes et al, 2005) e escassez de água (Cirilo, 2008). Neste contexto, os efluentes domésticos possuem alto potencial agrícola (Botero et al., 2009), visto que fornecem água e nutrientes as plantas.

Apesar do potencial agrícola, o uso de efluentes domésticos, quando utilizado inadequadamente, pode aumentar a sodicidade do solo, reduzindo sua qualidade (Brasil, 2007) e, conseqüentemente, o crescimento e produção de matéria seca nas plantas (Farias et al., 2009). Tendo em vista que o risco de sodificação é influenciado pela qualidade da água e propriedades do solo (Freire et al., 2003), observa-se a necessidade de estudos locais para o manejo adequado.

Diversos trabalhos têm mostrados resultados positivos da utilização de urina humana na produção agrícola, devido a sua grande capacidade de fornecimento de nutrientes, porém com grande variabilidade. Heinonen-Tanski et al. (2007) ao cultivar pepino com urina humana, destacaram ela como um ótimo fertilizante.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a influência da fertirrigação com efluentes domésticos na biometria do milheto, cultivado em diferentes solos do semiárido paraibano.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida em ambiente protegido, na Estação Experimental Rafael Fernandes, pertencente ao Instituto Nacional do Semiárido (INSA), Campina Grande-PB. A região apresenta clima semiárido quente e seco (BSh) (Köppen & Geiger, 1936), estação chuvosa de março a julho, e precipitação de 347,2 mm em 2013 (dados coletados).

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com esquema fatorial (3 x 6), sendo três tipos de solos (Planossolo, Luvissoilo Crômico e Neossolo Litólico), e seis tratamentos de fertirrigação (água de abastecimento (AA); água de abastecimento mais fertilização mineral no solo à base de NPK (AA+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 repeti-



ções. Cada unidade experimental foi constituída por um vaso plástico de 60 L.

Tabela 1 - Valores dos atributos químicos dos solos no início do período experimental.

Atributos	Planossolo	Luvissolo	Neossolo
pH (H ₂ O 1:2,5)	5,42	8,21	6,48
PST (%)	1,87	0,81	1,06
P (mg dm ⁻³)	4,37	5,23	1,44
K ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	111	112	69
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	4,58	31,90	2,28
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	3,08	2,40	1,13
COT (dag kg ⁻¹)	0,51	1,16	0,39
CE (dS m ⁻¹)	0,12	0,12	0,06

AA - água de abastecimento; AA+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.

Os solos foram coletados em áreas em processo de desertificação, na camada de 0 a 20 cm. Posteriormente, foram analisadas amostras de solo de cada unidade experimental, antes e no 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), 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 Pereira Filho et al. (2003) (**Tabela 2**). A adubação nitrogenada foi parcelada em duas aplicações, um mês antes da semeadura e aos 27 dias após a semeadura (DAS).

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

Solo	Dose (g vaso ⁻¹)		
	SFS	KCl	Ureia
Planossolo	4,38	1,94	4,44
Luvissolo Crômico	8,77	1,94	4,44
Neossolo Litólico	8,67	1,87	4,37

SFS: Superfosfato Simples; KCl: Cloreto de potássio.

Os dados referentes a ED, UH e AA encontram-se na **tabela 3**. As diluições de UH no ED foram preparadas e armazenadas em tonéis plásticos com capacidade de 100 L, mantidos sempre fechados.

Os solos foram irrigados com AA por um período de 20 DAS, mantendo-se a capacidade de campo, posteriormente ocorreu o início dos tratamentos. A lâmina de irrigação, baseada em uma estimativa da evapotranspiração de referência (Hargreaves & Samani, 1985), foi aplicada em um turno de rega de dois dias.

Foram avaliados o número de perfilhos (NP) e de folhas (NF), e a área foliar total (AFT) aos 66 DAS, e altura da planta (AP), comprimento da raiz (CR) e

diâmetro do colmo (DC) aos 105 DAS. A AP e o CR foram obtidos na planta principal com auxílio de régua, e o DC com auxílio de paquímetro digital. O NP e NF por contagem manual. A AFT foi calculado pela equação "AF = C x L x 0,75", proposta por Guimarães et al. (2002).

Os dados foram submetidos à análise de variância, comparando-se as médias de cada classe de solo pelo teste de Tukey (p<0,05). O efeito das porcentagens de urina humana diluídas em efluente doméstico foi avaliado por meio de análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A classe de solo influenciou significativamente no CR, NP, NF e AFT. Com relação as concentrações de urina no efluente doméstico, observou-se efeito em todas as variáveis avaliadas.

O CR no Neossolo foi inferiores quando submetido as doses de EDUH_{1,5%} e EDUH_{3,0%}, porém não diferindo estatisticamente dos valores observados no Planossolo (**Tabela 3**).

O NP foi inferior no Neossolo quando submetido a concentração de EDUH_{4,5%}, com valor de 0,5 perfilhos por planta, enquanto foram estatisticamente iguais nas três classes de solos em função dos demais tratamentos (**Tabela 3**).

O NF e AFT foram inferior no Neossolo no tratamento EDUH_{4,5%} com valor de 8,75 folhas por planta, e 505,33 cm², respectivamente (**Tabela 3**).

A cultura respondeu de modo diferenciado em função do solo utilizado, com maior resposta no Neossolo, possivelmente devido seus baixos teores naturais, como de P (Menezes et al., 2005), e o alto potencial fertilizante da urina (Kirchmann & Pettersson, 1995), como observado por Pradhan et al. (2009).

Quando às análises de regressão, não observou-se ajustes para as variáveis AP e DC em nenhuma classe de solo, em função das concentrações de urina no efluente doméstico, enquanto o CR obteve ajuste no Luvissolo, e o NP no Luvissolo e Neossolo. As variáveis NF e AFT obtiveram ajuste em todos os solos (**Tabela 4**).

O CR quando cultivado no Luvissolo aumentou de forma quadrática em função das concentrações de urina no efluente doméstico, com valor máximo estimado na concentração de 2,4%. O NP aumentou linearmente no Luvissolo em função das concentrações de urina no efluente doméstico, enquanto que no Neossolo, observou-se aumento quadrático, com valor máximo estimado na concentração de 2,35% (**Tabela 4**).

O NF e a AFT aumentaram linearmente no Planossolo e Luvissolo em função das concentrações de urina no efluente doméstico, enquanto responderam de forma quadrática no Neossolo, com valor máximo estimado nas concentrações de 2,7% e 2,6%, respectivamente (**Tabela 4**).



Estes resultados revelam o uso potencial da urina humana na agricultura, de forma a fornecer nutrientes, além de poder substituir parcialmente a água de irrigação, contudo, esses resultados podem ser insuficientes quanto as inúmeras possibilidades de uso e resposta de sua utilização, tornando-se necessário pesquisas quanto as alterações químicas ocasionáveis, como salinidade (Karak & Bhattacharyya, 2011).

CONCLUSÃO

A utilização de urina diluída em efluente doméstico obteve melhor desempenho no Luvisolo, contudo com maior amplitude de resposta no Neossolo, com potencial de uso como fertilizante.

A concentração a partir de 3,0% de urina humana diluída em efluente doméstico pode tornar-se fitotóxica, com potencial de depleção das variáveis avaliadas.

Torna-se necessário estudos mais apurados a cerca deste assunto, visto grande variabilidade de respostas, em função da cultura utilizada, do solo avaliado, e da qualidade química da urina fertirrigada.

REFERÊNCIAS

- BOTERO, W. G.; SANTOS, A.; OLIVEIRA, L. C. et al. Caracterização de lodo gerado em estações de tratamento de água: perspectivas de aplicação agrícola. *Química Nova*, 32:2018-2022, 2009.
- 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)
- CIRILO J. A. Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido. *Estudos Avançados* 22:61-82, 2008.
- EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1997. 212p.
- FARIAS, S. G. G.; SANTOS, D. R.; FREIRE, A. L. O. et al. Estresse salino no crescimento inicial e nutrição mineral de gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Steud) em solução nutritiva. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33:1499-1505, 2009.
- FREIRE, M. B. G. S.; RUIZ, H. A.; RIBEIRO, M. R. et al. Estimativa do risco de sodificação de solos de Pernambuco pelo uso de águas salinas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 7:227-232, 2003.
- GUIMARÃES, D. P.; SANS, L.M. A & MORAES, A. V. C. Estimativa da área foliar de cultivares de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO. 24., Florianópolis-SC, 2002. Anais ... Congresso Nacional de Milho e Sorgo. EMBRAPA-CNPMS, 2002. p.96-100.
- HARGREAVES, G. H. & SAMANI, Z. A. Reference crop evapotranspiration from temperature. *Applied Engineering Agriculture*, 1:96-99, 1985.
- HEINONEN-TANSKI, H., SJÖBLUM, A.; FABRITIUS, H. et al. Pure human urine is a good fertilizer for cucumbers. *Bioresource and Technology*, 98:214-217. 2007.
- KARAK, T. & BHATTACHARYYA, P. Human urine as a source of alternative natural fertilizer in agriculture: A flight of fancy or an achievable reality. *Resources, conservation and recycling*, 55:400-408. 2011.
- KIRCHMANN, H. & PETTERSSON, S. Human urine-chemical composition and fertilizer efficiency. *Fertilizer Research*, 40:149-154. 1995.
- KÖPPEN, G. W & GEIGER, M. R. *Handbuch der Klimatologie*. Berlin, 1936. 44p.
- MENEZES, R. S. C.; GARRIDO, M. S & MARIN, A. M. P. Fertilidade dos solos no semi-árido. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 30., 2005, Recife. Anais... Recife: UFRPE, 2005. CD Rom.
- 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)
- PRADHAN, S. K.; HOLOPAINEN, J. K. & HEINONEN-TANSKI, H. Stored human urine supplemented with wood ash as fertilizer in tomato (*Solanum lycopersicum*) cultivation and its impacts on fruit yield and quality. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 57:7612-7617. 2009.
- 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.



Tabela 3 - Valores médios de altura da planta (AP), comprimento da raiz (CR), diâmetro do caule (DC), número de perfilhos (NP) e de folhas (NF), e área foliar total (AFT) de milho fertilizado com efluentes domésticos em solos da região semiárida paraibana.

Solo	Tratamento	AP	CR	DC	NP	NF	AFT
		cm	cm	mm	unidade		cm ²
Planossolo	AA	144,00 a	21,17 a	6,71 a	3,50 a	13,25 a	980,76 a
	AA+NPK	171,38 a	20,38 a	8,18 a	2,75 a	10,25 a	752,50 a
	ED	154,88 a	18,75 a	8,55 a	2,00 a	8,25 a	281,03 a
	EDUH _{1,5%}	181,63 a	23,00 ab	6,79 a	1,67 a	12,67 a	929,70 a
	EDUH _{3,0%}	183,25 a	21,75 ab	10,56 a	4,00 a	11,00 a	991,88 a
	EDUH _{4,5%}	151,63 a	19,75 a	7,89 a	3,00 ab	20,75 a	1802,68 a
Luvissolo Crômico	AA	184,63 a	24,00 a	9,08 a	4,25 a	15,75 a	1167,63 a
	AA+NPK	163,25 a	24,88 a	8,41 a	5,00 a	12,50 a	1664,20 a
	ED	141,88 a	23,00 a	6,41 a	1,75 a	7,50 a	381,95 a
	EDUH _{1,5%}	194,13 a	31,50 a	8,91 a	2,75 a	10,25 a	716,53 a
	EDUH _{3,0%}	155,00 a	29,63 a	9,94 a	3,75 a	19,25 a	1366,63 a
	EDUH _{4,5%}	175,00 a	25,50 a	8,59 a	5,00 a	22,75 a	2034,85 a
Neossolo Litólico	AA	137,50 a	21,45 a	6,92 a	4,00 a	15,67 a	766,43 a
	AA+NPK	144,38 a	17,75 a	8,30 a	2,00 a	10,50 a	717,10 a
	ED	136,68 a	15,50 a	7,74 a	0,50 a	4,50 a	276,35 a
	EDUH _{1,5%}	142,38 a	20,50 b	7,53 a	2,00 a	10,00 a	683,60 a
	EDUH _{3,0%}	155,38 a	19,38 b	8,34 a	3,50 a	18,25 a	1430,23 a
	EDUH _{4,5%}	144,63 a	18,25 a	8,33 a	0,50 b	8,75 b	505,33 b

AA: água de abastecimento; AA+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; AP: Altura da planta; CR: Comprimento da raiz; DC: Diâmetro do colmo; NP: Número de perfilhos; NF: Número de folhas; AFT: Área foliar total. Letras minúsculas comparam o efeito dos solos dentro de cada tratamento e variável, e não diferem pelo teste de Tukey (P<0,05).

Tabela 4 - Equações da análise de regressão para as variáveis de crescimento altura da planta (AP), comprimento da raiz (CR), diâmetro do colmo (DC), número de perfilhos (NP), número de folhas (NF) e área foliar total (AFT) de plantas de milho, submetidas à adubação com diluições de urina humana em efluente doméstico, em três solos do semiárido paraibano.

	Planossolo	Luvissolo Crômico	Neossolo Litólico
AP (cm)	$\hat{y} = 167,84$	$\hat{y} = 166,75$	$\hat{y} = 144,76$
CR (cm)	$\hat{y} = 20,8$	$\hat{y} = 23,406 + 6,688x - 1,403x^2$ R ² = 0,93	$\hat{y} = 18,4$
DC (mm)	$\hat{y} = 8,45$	$\hat{y} = 8,46$	$\hat{y} = 7,99$
NP	$\hat{y} = 2,73$	$\hat{y} = 0,625 + 1,075x$ R ² = 0,99	$\hat{y} = 0,275 + 2,35x - 0,5x^2$ R ² = 0,84
NF	$\hat{y} = 7,792 + 2,389x$ R ² = 0,74	$\hat{y} = 6,725 + 3,65x$ R ² = 0,96	$\hat{y} = 3,475 + 8,9x - 1,667x^2$ R ² = 0,79
AFT (cm ²)	$\hat{y} = 307,25 + 308,48x$ R ² = 0,92	$\hat{y} = 283,67 + 373,92x$ R ² = 0,98	$\hat{y} = 175,81 + 761,64x - 148,02x^2$ R ² = 0,73

Ns: Não Significativo, * e ** significativo a 1% e 5%, respectivamente.