

## Atributos químicos de um solo irrigado com água residuária e adubado com esterco<sup>(1)</sup>.

Leandro de Oliveira Andrade<sup>(2)</sup>; Reginaldo Gomes Nobre<sup>(3)</sup>; Nildo da Silva Dias<sup>(4)</sup>; Isaura Raquel Dantas Fernandes<sup>(5)</sup>; Hans Raj Gheyi<sup>(6)</sup>; Frederico Antonio Loreiro Soares<sup>(6)</sup>.

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do CNPq.

<sup>(2)</sup> Professor; Universidade Estadual da Paraíba; Lagoa Seca, PB; leandro.agroecologia@gmail.com;

<sup>(3)</sup> Professor; Universidade Federal de Campina Grande; Pombal, PB;

<sup>(4)</sup> Professor; Universidade Federal Rural do Semi-Árido;

<sup>(5)</sup> Estudante de Mestrado, Universidade Federal Rural do Semi-Árido;

<sup>(6)</sup> Professor; Universidade Federal do Recôncavo da Bahia;

<sup>(7)</sup> Professor; Instituto Federal de Goiás.

**RESUMO:** Neste trabalho, avaliaram-se os atributos químicos de um solo cultivado com girassol irrigado com água residuária e adubado com esterco. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 2, com 4 repetições, sendo 4 doses de esterco bovino curtido (5; 10; 15 e 20 dag kg<sup>-1</sup>) combinado com 2 qualidades de água (água de abastecimento e água residuária tratada oriunda de esgoto doméstico). Após um ciclo cultural, o material de solo contido nos vasos de cultivo foi coletado para caracterização química, determinando-se os íons solúveis Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> e HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, além da RAS, pH<sub>ps</sub> e CE<sub>es</sub>. Há efeito quadrático crescente nos teores de Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> no solo em função das doses de esterco bovino para os solos irrigados com água de abastecimento e efeito linear crescente nos solos irrigados com água residuária. Os teores de K<sup>+</sup> e Na<sup>+</sup> no solo aumentaram com o incremento das doses de esterco bovino respectivamente, até as doses de 15,06 e 13,74 dag kg<sup>-1</sup> de esterco bovino, independentemente do tipo de água de irrigação. Para os dois tipos de água de irrigação utilizados, as altas doses de esterco bovino aumentaram os riscos de salinização e sodificação do solo e a toxicidade às plantas de girassol ornamental por excesso de cloreto.

**Termos de indexação:** *Helianthus annuus* L., reúso de água, nutrição de plantas.

### INTRODUÇÃO

O uso de esgoto doméstico tratado para irrigação é uma prática antiga e popular na agricultura; entretanto, no Brasil, essa prática ainda é recente. Embora, o reúso de água possa mitigar os danos causados pela utilização elevada de recursos hídricos naturais e utilizar a diversidade nutricional dos corpos de água, nesta prática devem-se considerar, também, os riscos de contaminação

ambiental que pode causar aos solos cultivados (FONSECA et al., 2005).

Os efeitos da aplicação de água residuária nas alterações dos atributos químicos e físicos do solo só são pronunciados após longo período de aplicação, pelos atributos que definem sua composição física e química, pelas condições de clima e pelo tipo de solo (RODRIGUES et al., 2009).

Porém, quando se utiliza efluente de esgoto doméstico como fonte hídrica e nutricional na agricultura, quase sempre, a carga nutricional disponível não é suficiente para atender à demanda da cultura explorada e, geralmente, há necessidade de complementação de adubação para garantir a boa produtividade. Neste caso, recomenda-se a utilização de adubos orgânicos, de vez que enseja melhoria na fertilidade e na conservação do solo (GALVÃO et al., 2008) com menor risco de degradação do solo.

Do ponto de vista dos riscos de contaminação ambiental, o reúso de água exige uma gestão mais complexa da prática de irrigação e um monitoramento mais restrito dos procedimentos em comparação com água de melhor qualidade que geralmente é usada.

Levando-se em consideração estes aspectos, o objetivo deste estudo foi determinar qualidade química de solo, após irrigação com água residuária associada à adubação orgânica (esterco bovino).

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação Universidade Federal de Campina Grande (7°15'18" de latitude sul, 35°52'28" de longitude oeste e altitude de 550 m).

O delineamento experimental adotado foi o em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, com 4 repetições. Utilizaram-se sementes de girassol (*Helianthus annuus* L., variedade Sol



Noturno), que foram irrigadas com água de abastecimento e água residuária tratada desde sua germinação, e o material de solo adubado com quatro doses de esterco bovino curtido (5; 10; 15 e 20 dag kg<sup>-1</sup> com base na massa total de 8 kg de solo como suporte máximo do vaso em uso).

Cada unidade experimental foi composta de um vaso de plástico de 10 L preenchido com solo, sob o qual havia um sistema drenagem constituído por uma camada de brita n° 5 que era separada do solo por manta geotêxtil porosa. O solo era originado de um Neossolo Regolítico distrófico tipo franco-arenoso, não salino e não sódico coletado na camada superficial (0 – 20 cm).

Os vasos foram preenchidos com solo e esterco conforme as doses estudadas, de forma que essas doses se localizassem no primeiro terço do vaso. Um vaso de cada tratamento com planta foi utilizado como lisímetro de drenagem a fim de estimar o volume de água a ser aplicada na irrigação. O volume de água aplicado em cada irrigação foi calculado com base no balanço de água (volume aplicado – volume drenado) nos lisímetros de cada um dos tratamentos.

A irrigação foi iniciada aos 7 dias após a semeadura (DAS), com turno de rega de 2 dias, seguindo a ordem dos tratamentos.

As variáveis Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> solúveis, pH<sub>ps</sub> e CE do extrato de saturação (CE<sub>es</sub>) foram avaliados de forma individual, ao final do período experimental.

Os atributos químicos do solo, nos diferentes tratamentos, foram avaliados mediante análise de variância e teste de Tukey a 0,01 de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito quadrático significativo no teor de Ca<sup>2+</sup> no solo em função das doses de esterco bovino aplicado nos solos irrigados com água de abastecimento, sendo que o teor de Ca<sup>2+</sup> aumentou com o incremento das doses de esterco até a dose de 13,05 dag kg<sup>-1</sup> e reduziu acima dose. Já para a irrigação com água residuária, o efeito foi linear, em que se observa um acréscimo de 0,338 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup> de Ca<sup>2+</sup> para cada incremento unitário da dose de esterco, demonstrando que a aplicação de água residuária tem tendência a aumentar o teor de Ca<sup>2+</sup> ao longo do tempo (Figura 1A). Na dose de 15 dag kg<sup>-1</sup> de esterco, o teor de Ca<sup>2+</sup> no solo irrigado com água de abastecimento foi 2,34 vezes maior em relação à água residuária.

Com relação aos teores de Mg<sup>2+</sup> em função das doses de esterco aplicadas nos solos irrigados com águas residuária e de abastecimento, verifica-se que a irrigação com água de abastecimento

provocou acréscimo no teor de Mg<sup>2+</sup> até a dose de 13,10 dag kg<sup>-1</sup> (efeito quadrático), enquanto com o uso de água residuária na irrigação, há aumento linear no teor de Mg<sup>2+</sup> no solo, sendo registrada a taxa de 0,651 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup> de Mg<sup>2+</sup> para cada incremento unitário na dose de esterco (Figura 1B).

No caso do teor de potássio (K<sup>+</sup>) no solo, houve efeito significativo apenas das doses de esterco bovino, sendo que o acúmulo máximo de K<sup>+</sup> no extrato de saturação do solo foi obtido na dose de esterco de 15,06% (Figura 1C). ARAÚJO et al. (2007) afirmaram que o uso de esterco bovino de boa qualidade é suficiente para suprir a necessidade das plantas por macronutrientes e que o potássio é o elemento cujos teores atingem maiores valores no solo, pelo uso contínuo, além de propiciar melhores condições físicas ao solo.

De forma semelhante ao ocorrido com o K<sup>+</sup>, o teor de sódio (Na<sup>+</sup>) no solo foi significativamente influenciado apenas para o fator dose de esterco. De acordo com a equação de regressão, a concentração de Na no solo aumenta 6; 7 e 4 vezes para as doses de 10; 15 e 20 dag kg<sup>-1</sup>, respectivamente, quando se compara com a dose de esterco de 5 dag kg<sup>-1</sup> e que o acúmulo máximo de Na<sup>+</sup> no extrato do solo dá-se numa dose estimada de 13,74 dag kg<sup>-1</sup>, e após esta dose ocorre decréscimo (Figura 1D).

Analisando a equação de regressão do desdobramento das doses de esterco dentro de cada tipo de água, verifica-se que, com uso de água de abastecimento na irrigação, o teor médio de Cl<sup>-</sup> no solo é 6,87 vezes maior na dose de 15 dag kg<sup>-1</sup> em relação à dose de 5 dag kg<sup>-1</sup>, sendo o teor máximo de Cl<sup>-</sup> obtido com a dose de 13,05 dag kg<sup>-1</sup>, sendo 7,86 vezes maior que a quantidade da dose de 5 dag kg<sup>-1</sup> de esterco (Figura 2A).

Pela equação de regressão obtida para a concentração de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> em função das doses de esterco (Figura 2B), estima-se que as doses de 10; 15 e 20 dag kg<sup>-1</sup> de esterco concentraram 1,60; 2,21 e 2,81 vezes maior HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> que a dose de 5 dag kg<sup>-1</sup>, respectivamente, ou seja, à medida que aumenta 5 dag kg<sup>-1</sup> de esterco na dose ocorre acréscimo linear na concentração de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> de 60,45%, indica que seu uso, em longo prazo, aumenta os riscos com problemas de infiltração de água no solo pelo efeito indireto de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> sobre a estrutura do solo.

Com o aumento da RAS, a contribuição via matéria orgânica é diminuída, devido à redução da população microbiana, a qual é responsável pela mineralização da matéria orgânica, que por sua vez libera os nutrientes para a solução do solo. Este fato é de suma importância no contexto trazido com esta pesquisa, posto que se estudou o uso de doses de

adubo orgânico que, de acordo com a equação de regressão, a maior RAS foi estimada com dose de 14,12 dag kg<sup>-1</sup> de esterco, indicando que foi 3,37; 1,17 e 1,41 vezes maior que a RAS obtida sob dose de 5; 10 e 20 dag kg<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 1C).

A irrigação com água residuária proporcionou um pH 7,99% maior que o pH do solo irrigado com água de abastecimento e, segundo a equação de regressão (Figura 1D), este aumentou linearmente com o acréscimo da dose de esterco, apresentando um incremento de 15,89% para cada intervalo de dose estudado (5 dag kg<sup>-1</sup>) ou um aumento no pH de 3,18% para cada aumento unitário da dose de esterco.

Com relação à CE<sub>es</sub> do solo, houve efeito quadrático crescente em função das doses de esterco bovino (Figura 1E), com ponto de máximo na dose de 13,91 dag kg<sup>-1</sup> (14,08 dS m<sup>-1</sup>). A CE<sub>es</sub> não variou estatisticamente com os tipos de água utilizada para a irrigação. GONÇALVES et al. (2011), estudando alterações químicas em Neossolos do semiárido de Pernambuco, não observaram alterações significativas em função da água de irrigação.

O uso excessivo do esterco bovino no solo pode aumentar a CE<sub>es</sub>, a razão de adsorção de sódio devido à precipitação de Ca causada pelo excesso de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, além de toxicidade pelo excesso de cloreto (ARAÚJO et al., 2013).

## CONCLUSÕES

Há efeito quadrático crescente sobre teores de Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> no solo em função das doses de esterco bovino para os solos irrigados com água de abastecimento e efeito linear crescente nos solos irrigados com água residuária.

Os teores de K<sup>+</sup> e Na<sup>+</sup> no solo aumentaram com o incremento das doses de esterco bovino, respectivamente, até às doses de 15,06 e 13,74 dag kg<sup>-1</sup>, independentemente do tipo de água de irrigação.

O teor de Cl<sup>-</sup> no solo, em função das doses de esterco bovino responde de forma quadrática para os dois tipos de água de irrigação, sendo a com maior taxa de variação para água de abastecimento.

O uso excessivo do esterco bovino no solo aumenta os riscos de salinização e sodificação e a toxicidade por excesso de cloreto dos solos cultivados com girassol, independentemente do tipo de água de irrigação.

ARAÚJO, A.S.F.; SILVA, M.D. M.; LEITE, L.F.C.; ARAUJO, F.F.; DIAS, N.S. Soil pH, electric conductivity and organic matter after three years of consecutive applications of composted tannery sludge. *African Journal of Agricultural Research*, Lagos, v.8, n.5, p.1204-1208, 2013.

ARAÚJO, E.N.; OLIVEIRA, A.P.; CAVALCANTE, L.F.; PEREIRA, W.E.; BRITO, N.M.; NEVES, C.L.M. SILVA, E.E. Produção de pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizante. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.11, n.5, p.466-470, 2007.

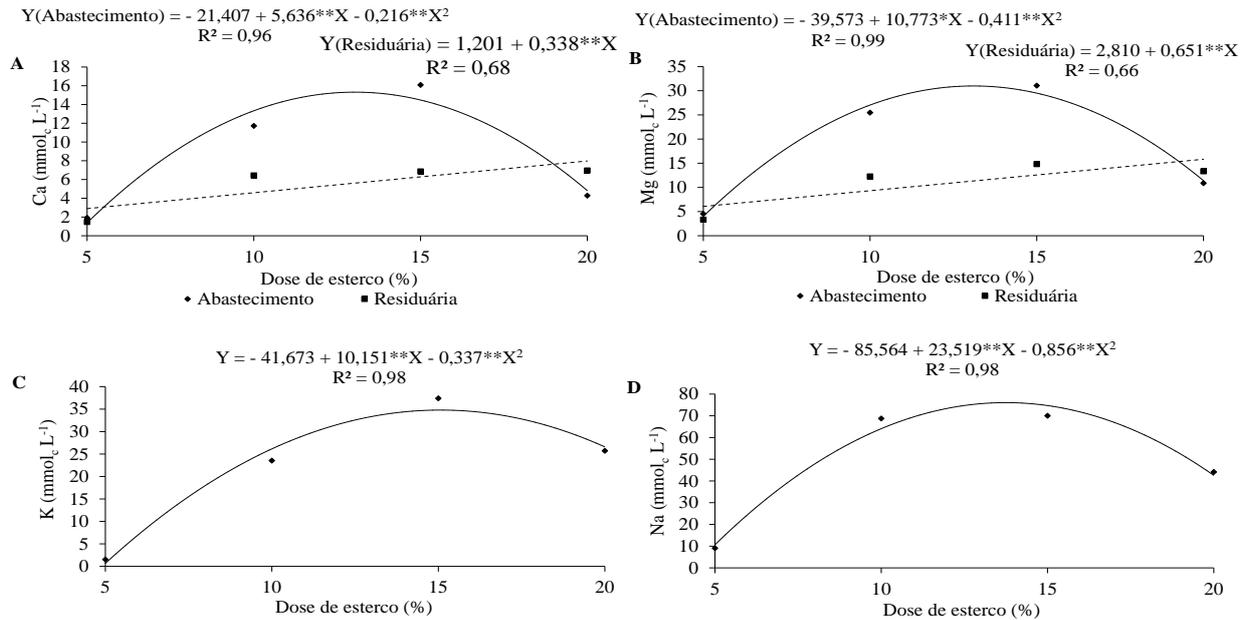
FONSECA, A.F., MELFI, A.J.; MONTES, C.R. Maize growth and changes in soil fertility after irrigation with treated sewage effluent. I. Plant dry matter yield and soil nitrogen and phosphorus availability. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, New York, v.36, n.13, p.1965-1981, 2005.

GALVÃO, S.R.S.; SALCEDO, I.H.; OLIVEIRA, F.F. Acumulação de nutrientes em solos arenosos adubados com esterco bovino. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.43, n.1, p.99-105, 2008.

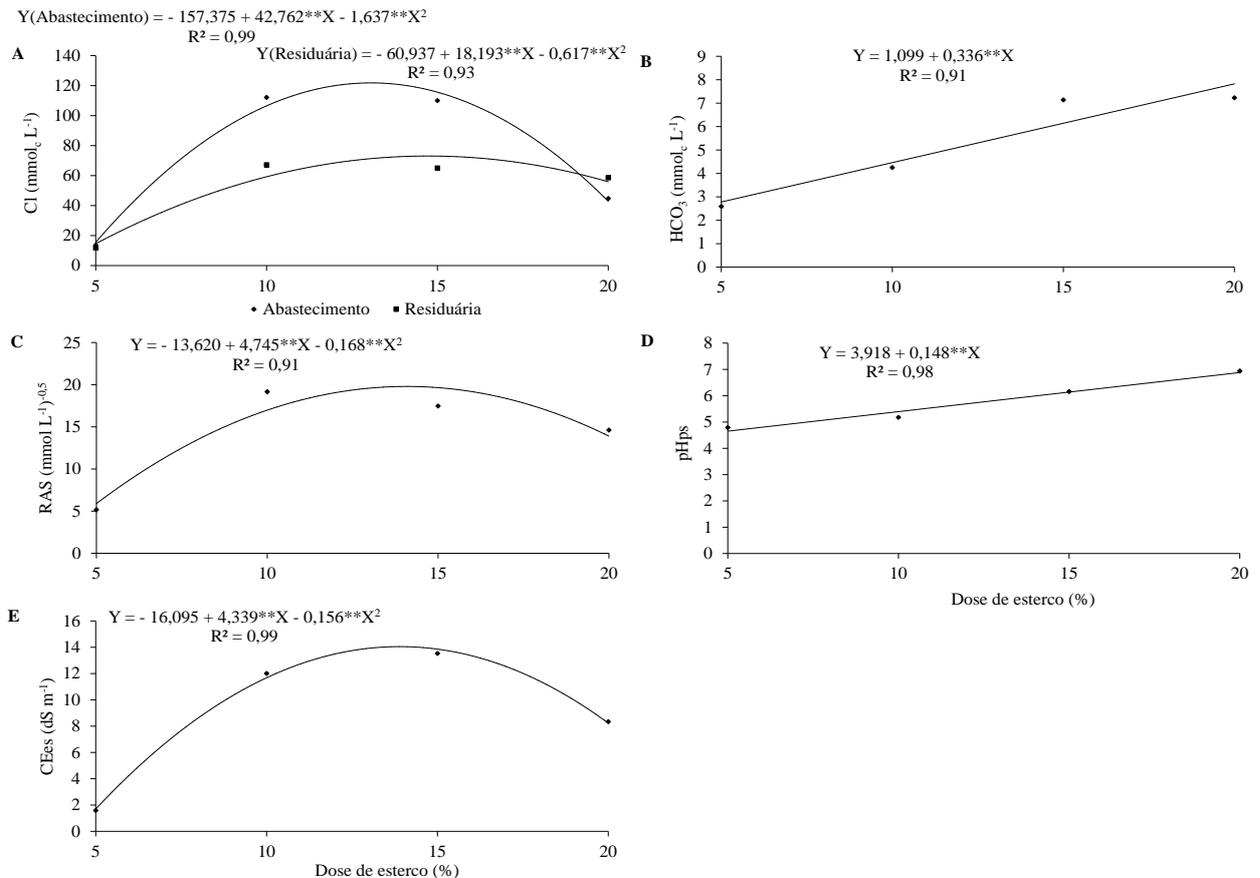
GONÇALVES, I.V.C.; FREIRE, M.B.G.S.; SANTOS, M.A.; SANTOS, E.R.; FREIRE, F.J. Alterações químicas de um Neossolo Flúvico irrigado com águas salinas. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v.42, n.3, p.589-596, 2011.

RODRIGUES, L.N.; NERY, A.R.; FERNANDES, P.D.; BELTRÃO, N.E.M. Aplicação de água residuária de esgoto doméstico e seus impactos sobre a fertilidade do solo. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, Campinas, v.9, n.1, p.56-67, 2009.

## REFERÊNCIAS



**Figura 1** - Teores de cálcio (A), magnésio (B) no extrato de saturação do solo, em função das doses de esterco para as águas residuária e de abastecimento; e potássio (C) e sódio (D) em função das doses de esterco. \*\* e \* significativa a 0,01 e 0,05 de probabilidade, respectivamente.



**Figura 6** - Teores de Cloreto no solo (Cl<sup>-</sup>) (A), bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) (B), Relação de Adsorção de Sódio (RAS) (C), pH<sub>ps</sub> (D) e Condutividade elétrica (CE<sub>es</sub>) (E) no extrato de saturação do solo, em função das doses de esterco aplicadas. \*\* e \* significativa a 0,01 e 0,05 de probabilidade, respectivamente.