



Condutividade Elétrica de Argissolo e Cambissolo Adubados com Fertilizante Mineral e Doses Crescentes de Lodo de Esgoto.⁽¹⁾

David Silva Gomes⁽²⁾; Lidiane de Lima Lousada⁽³⁾; Cláudio Roberto Marciano⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da FAPERJ (Proc. Nº E-26/ 112.615/2012).

⁽²⁾ Mestrando em Produção Vegetal, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes – RJ, david_gomes15@hotmail.com. ⁽³⁾ Doutoranda em Produção Vegetal, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; ⁽⁴⁾ Professor Associado, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.

RESUMO: O lodo de esgoto gerado nas estações de tratamento de esgotos urbanos tem nutrientes essenciais às plantas e é rico em matéria orgânica, mas pode conter quantidades expressivas de sais solúveis. O trabalho teve como objetivo avaliar a condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) de solos que receberam doses crescentes de lodo de esgoto, acondicionados em vasos e cultivados com sorgo sacarino, em casa de vegetação, de janeiro a abril de 2014. Com o experimento em blocos ao acaso e os tratamentos em esquema fatorial 2 x 7, foram utilizados no fator “solo” os materiais constitutivos das camadas superficiais de um Cambissolo Háplico e de um Argissolo Amarelo, e no fator “adubação” cinco doses de lodo de esgoto (correspondentes ao fornecimento de 50, 100, 200, 400 e 800% da quantidade de N recomendada para a cultura), a adubação mineral e uma testemunha sem adubação. Para ambos os solos a aplicação de fertilizante mineral e lodo de esgoto elevou a CEes, de forma mais pronunciada no Argissolo (menor CTC) que no Cambissolo (maior CTC). Para as doses de lodo, a CEes teve comportamento quadrático, atingindo um ponto máximo (Cambissolo: 1,08 dS m⁻¹, para a dose 25,0 g kg⁻¹; Argissolo: 1,19 dS m⁻¹, para a dose 16,7 g kg⁻¹).

Termos de indexação: bio sólido; sais solúveis; extrato de saturação.

INTRODUÇÃO

O subproduto gerado nas estações de tratamento de esgotos urbanos, o lodo de esgoto, tem amplas possibilidades de uso agrônomico. Depois de processado e tratado para eliminação de patógenos, pode ser chamado de bio sólido e ganha atributos que permitem seu uso agrícola de modo racional e ambientalmente seguro (Barbosa & Tavares Filho, 2006).

A aplicação de lodo de esgoto em solos pode proporcionar alterações significativas em atributos químicos e físicos desse solo (Clapp et al., 1986; Metzger & Yaron, 1987). Quanto aos nutrientes de plantas, há expressivas contribuições para o P e o N, mas também para o

Ca e o Mg, pois o principal processo de estabilização do lodo é a caleação. Quanto aos benefícios à estrutura do solo, estão diretamente relacionados à persistência da carga orgânica do resíduo no solo.

Por outro lado, a quantidade de sais solúveis presente no lodo pode ser expressiva, com consequências negativas para o crescimento vegetal. Medidas de condutividade elétrica no extrato de saturação (CEes) frequentemente são usadas como indicativo da concentração de sais solúveis no solo (Oliveira et al., 2002). Enquanto valores de CEes superiores a 7 dS m⁻¹ ou entre 4 e 7 dS m⁻¹ caracterizam, respectivamente, aos atributos sálico e salino (Embrapa, 2013), valores a partir de 2 dS m⁻¹ já afetam o crescimento e o desenvolvimento das plantas pela ocorrência de toxidez de alguns íons, pelos desequilíbrios nutricionais e pelas dificuldades na absorção de água e nutrientes devido aumento da pressão osmótica da solução do solo (Marschner, 1995).

O trabalho teve como objetivo avaliar a CEes de dois solos que receberam doses crescentes de lodo de esgoto, cultivados com sorgo sacarino, em casa de vegetação.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho constou foi realizado no de janeiro a abril de 2014, conduzido em casa de vegetação localizada na Unidade de Apoio à Pesquisa Vegetal (UAP-Vegetal) da Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), em Campos dos Goytacazes, RJ.

Foram utilizados os materiais constitutivos das camadas superficiais de dois solos coletados em Campos dos Goytacazes-RJ, representantes dos ecossistemas Baixada Campista e Tabuleiros Costeiros, sendo, respectivamente, o primeiro um Cambissolo Háplico e o segundo um Argissolo Amarelo. Tais materiais foram coletados até 0,2 m de profundidade, destorroados e passados por peneira de malha 4 mm antes de sua utilização.

O lodo de esgoto utilizado neste experimento foi cedido pela concessionária Águas do Paraíba, de Campos dos Goytacazes, RJ. O lodo foi coletado no momento de sua chegada ao leito de



secagem, sendo acondicionado e levado ao Laboratório de Solos (LSOL) da UENF/CCTA.

Após caleação e estabilização do lodo, amostras de foram coletadas e enviadas para o Centro de Análises da UFRRJ, Campus Leonel Miranda, em Campos dos Goytacazes-RJ, para caracterização química, e ao Laboratório de Ciências Ambientais da UENF/CBB, para a determinação de metais pesados utilizando o equipamento ICP720 e a metodologia foi baseada nas normas descritas na resolução Conama nº375/2006. As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Sanidade Animal da UENF/CCTA, usando metodologias descritas na Norma Técnica P4.230 da CETESB (1999).

O experimento para avaliar os efeitos agrônômicos da aplicação ao solo de diferentes doses de lodo de esgoto foi realizado em um delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco repetições, e com os tratamentos arranjados em um esquema fatorial 2 x 7. No total foram 14 tratamentos e 70 parcelas.

Para o primeiro fator foram considerados os dois solos anteriormente descritos. Para os sete níveis do segundo fator foram considerados cinco doses de lodo de esgoto, além de um tratamento com adubação mineral e um controle absoluto (sem lodo ou qualquer outra adubação). As doses de lodo foram determinadas com base na quantidade de nitrogênio presente e na necessidade da cultura do sorgo, sendo estas 2,3, 4,6, 9,3, 18,5 e 37 g de lodo por kg de solo, correspondendo ao fornecimento de 50, 100, 200, 400 e 800% do N recomendado para a cultura.

As parcelas foram vasos plásticos de 11 L de capacidade. Na montagem foi colocada no fundo dos vasos cerca de 1 kg de brita nº01, para permitir melhor drenagem da água de irrigação excedente. Dois meses antes da semeadura do sorgo foi realizada incubação do solo nos vasos, já homogeneizados com doses as respectivas de lodo e de calcário. A calagem mostrou-se necessária apenas no Argissolo, que apresentou baixa saturação por bases (inferior a 70%) e pH abaixo da faixa considerada ideal para a equilibrada disponibilidade de nutrientes à cultura. Durante o período de incubação os solos foram mantidos com umidade próxima à capacidade de campo, sem ocorrência de drenagem.

No tratamento adubação mineral a calagem e adubação seguiram as recomendações para a cultura do sorgo apresentadas em Freire (2013). A dose de calcário no Argissolo foi de 5 g por vaso. A adubação mineral foi feita usando como fontes a ureia, o superfostato simples e o cloreto

de potássio, e resultou na aplicação por vaso das seguintes quantidades dos nutrientes de N, P e K, respectivamente, 1,4, 3,33 e 0,34 g, para o Argissolo, e 1,4, 1,11 e 0 g, para o Cambissolo.

A semeadura do sorgo sacarino cv BRS 506 foi realizada em 13 de janeiro e a emergência ocorreu em 18 de janeiro de 2014. Uma miniestação meteorológica WhatchDog 2900ET foi usada para o monitoramento da temperatura e umidade relativa do ar na casa-de-vegetação.

O experimento foi encerrado em 17 de abril de 2015, com o corte das plantas quando estas atingiram o estágio de grão leitoso-pastoso, ponto considerado adequado para a utilização do sorgo na indústria sucroalcooleira. Amostras de solo foram coletadas, secas ao ar e passadas em peneira de malha 2 mm, para determinação, no LSOL/CCTA/UENF, da condutividade elétrica no extrato de saturação (CEes), conforme Embrapa (1997).

Os dados foram submetidos à análise de variância com auxílio do programa Assistat Beta 7.1. O teste F foi utilizado para identificar as diferenças entre os solos e também entre as adubações, sendo que, neste último caso, os resultados significativos conduziram à realização de análise de regressão polinomial com auxílio da planilha eletrônica Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A condutividade elétrica (CEes) diferiu entre os solos e entre os níveis do fator adubação, a 5% de probabilidade pelo teste F. Comparando-se os solos sob adubação mineral verificou-se menor CEes no Cambissolo (0,46 dS m⁻¹) do que no Argissolo (0,70 dS m⁻¹). Tal comportamento pode estar associado ao maior poder tampão do primeiro (CTC_{pH=7} = 12,8 cmol_c kg⁻¹) em relação ao segundo solo (CTC_{pH=7} = 6,2 cmol_c kg⁻¹).

Em relação aos níveis de lodo de esgoto, pela **figura 1** verifica-se que a elevação da CEes foi, em média, maior no Argissolo que no Cambissolo. Também pode-se verificar, para ambos os solos, que a CEes teve comportamento quadrático em função das doses, atingindo um ponto máximo (Cambissolo: 1,08 dS m⁻¹, para a dose 25,0 g kg⁻¹; Argissolo: 1,19 dS m⁻¹, para a dose 16,7 g kg⁻¹), e reduzindo na sequência, próximo à maior dose. Outros autores, como Bevacqua & Mellano (1994) e Logan et al. (1997), observaram aumentos lineares na CEes de solos tratados com lodo de esgoto, sem o comportamento quadrático.

Em relação ao decréscimo da CEes a partir de um ponto de máximo, é difícil encontrar uma explicação. Em condições de campo a redução da CEes ao longo do tempo pode ocorrer devido



a lixiviação de íons causada pelas precipitações, conforme ocorreu nos estudos de Epstein et al. (1976) e Harding et al. (1985). No Brasil tal hipótese foi comprovada no trabalho de Oliveira et al. (2002), que no primeiro ano encontram valores de CEes maiores nas camadas superficiais, mas no segundo ano de estudo verificaram maiores valores na camada mais profunda. Como o presente trabalho foi realizado em vasos (sistema fechado, sem lixiviação), a diferença encontrada pode estar relacionada aos diferentes potenciais de mineralização do carbono e do nitrogênio orgânico presente no resíduo.

Em relação à magnitude dos valores de CEes atingidos, ficaram abaixo do limite de 4 dS m^{-1} , que identifica solos salinos (Embrapa, 2013), e também de 4 dS m^{-1} , prejudiciais às plantas (Lopes, 1989). No entanto, considerando-se a possibilidade aplicações sucessivas, ou mesmo o avanço da mineralização da matéria orgânica, a elevação da CEes pode se tornar um problema. Logan et al. (1997) verificaram aumento da condutividade elétrica com as doses aplicadas e observaram os maiores valores no segundo ano após a aplicação, associando isto à combinação de maiores taxas de mineralização do C-orgânico do lodo com os efeitos climáticos.

CONCLUSÕES

A aplicação de fertilizante mineral e lodo de esgoto eleva a condutividade elétrica de forma mais pronunciada para o solo com menor CTC.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, G. M. de C.; TAVARES FILHO, J. Uso agrícola do lodo de esgoto: influência nas propriedades químicas e físicas do solo, produtividade e recuperação de áreas degradadas. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 27, n. 4, p. 565-580, 2006

BEVACQUA, R.F. & MELLANO, V.J. Cumulative effects of sludge compost on crop yields and soil properties. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*, 25:395-406, 1994.

CETESB. Aplicação de lodos sistemas de tratamento biológico em áreas agrícolas - critérios para projeto e

operação: manual técnico. São Paulo: CETESB, 1999. 33p. (Norma Técnica, 4.230)

CLAPP, C.E.; STARK, S.A.; CLAY, D.E. & LARSON, W.E. Sewage sludge organic matter and soil properties. In: CHEN, Y. & AVNIMELECH, Y., eds. *The role of organic matter in modern agriculture*. Dordrecht, Martinus Nijhoff, 1986. p.209-253.

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, 2013. 353p.

FREIRE, L.R. Manual de calagem e adubação do Estado do Rio de Janeiro. Seropédica: Editora Universidade Rural, 2013. 430p.

EPSTEIN, E.; TAYLOR, J.M. & CHANEY, R.L. Effects of sewage sludge and sludge compost applied to soil on some soil physical and chemical properties. *J. Environ. Qual.*, 5:422- 426, 1976.

HARDING, S.A.; CLAPP, C.E. & LARSON, W.E. Nitrogen availability and uptake from field soils five years after addition of sewage sludge. *J. Environ. Qual.*, 14:95-100, 1985.

LOGAN, T.J.; LINDSAY, B.J.; GOINS, L.E. & RYAN, J.A. Field assessment of sludge metal bioavailability to crops: sludge rate response. *J. Environ. Qual.*, 26:534-550, 1997.

LOPES, M.S. Salinidade: quais as consequências. *Lavoura Arrozeira*, v.42, n.383, p.6-10, 1989.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. London, Academic Press, 1995. 889p.

METZGER, L. & YARON, B. Influence of sludge organic matter on soil physical properties. *Adv. Soil Sci.*, 7:141-163, 1987.

OLIVEIRA, F.C.; MATTIAZZO, M.E.; MARCIANO, C.R.; ROSSETO, R. Efeitos de Aplicações Sucessivas de Lodo de Esgoto em um Latossolo Amarelo Distrófico Cultivado com Cana-de-Açúcar: Carbono Orgânico, Condutividade Elétrica, pH e CTC. *Revista Brasileiro da Ciência do Solo*. 26:505-519, 2002.

RICHARDS, L.A. Diagnosis improvements of saline and alkaline soils. Washington, Department of Agriculture, 1954. 160p.

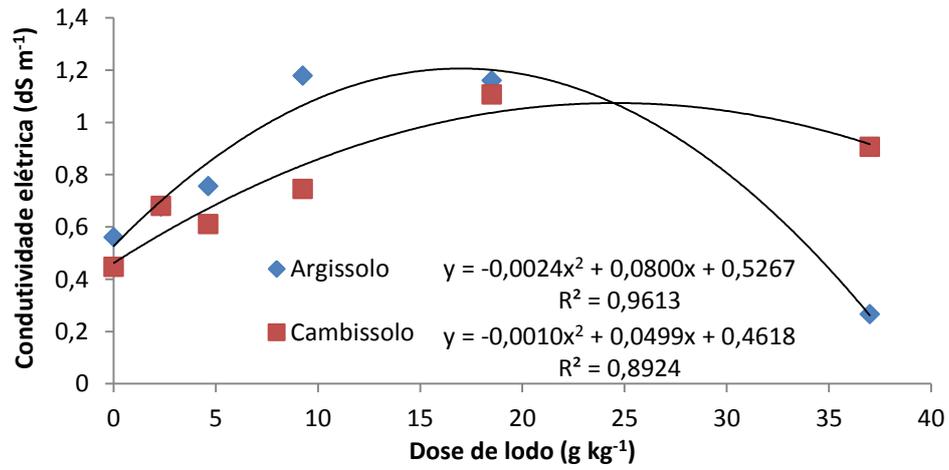


Figura 1: Conduividade elétrica em função da dose de lodo de esgoto.