



## Salinidade e Sodicidade do Solo em Cultivo de Banana Prata-Anã Fertirrigada com Água Residuária Sanitária Tratada

Marcela Cilmar Martins, Gilberto Felipe de Oliveira, Pablo Fernando Santos Alves, Silvano Rodrigues dos Santos, Marcos Koiti Kondo

### Introdução

Os usos múltiplos da água e a destinação final dos resíduos urbanos são duas preocupações ambientais atuais. A utilização de água residuária sanitária tratada (ART) como fonte parcial ou total de água e nutrientes na agricultura tem sido amplamente estudada como forma mais racional de deposição desses resíduos. Além disso, apresenta-se como alternativa de redução dos custos de produção na agricultura, em função da menor demanda por fertilizantes minerais industrializados.

A salinidade e a sodicidade nos solos afetados por sais representam a maior ameaça para a agricultura em escala global. A primeira afeta principalmente a absorção de água pelas plantas, devido à redução do potencial osmótico da solução do solo, enquanto que a segunda afeta a estrutura do solo e, indiretamente, a disponibilidade da água [1]. A presença de sais no solo pode também provocar problemas de toxicidade para as plantas. O conjunto desses problemas resulta na diminuição da produção agrícola.

A concentração de sais solúveis no solo é caracterizada pela condutividade elétrica da solução do solo, sendo a expressão numérica da capacidade de uma solução em transferir uma corrente elétrica. O excesso de sais de sódio, além de trazer prejuízos às propriedades físicas [2] e químicas do solo [3], provoca a redução do crescimento das plantas cultivadas com sérios problemas para a agricultura [4].

Neste panorama, considerada a importância da bananicultura no Brasil, sobretudo na região norte de Minas Gerais, onde geralmente boas produtividades estão associadas à considerada demanda por água e nutrientes, torna-se imprescindível o estudo de técnicas alternativas e mais sustentáveis de produção agrícola, devendo-se conhecer a interferência destas em características do solo e da cultura.

Dessa forma objetivou-se nesse trabalho avaliar algumas variáveis relacionadas ao teor de sódio no solo em cultivo de banana “Prata-Anã” fertirrigada com água residuária sanitária tratada em Janaúba - MG.

### Material e métodos

O trabalho foi conduzido na Área Experimental da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), em Janaúba - MG, situada nas coordenadas geográficas 15° 49' 53" S e 43° 16' 20" W, com altitude de 540 m, cujo clima é do tipo Aw (tropical chuvoso, com inverno seco), segundo a classificação de Köppen. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições.

Os tratamentos consistiram na aplicação de diferentes doses de água residuária sanitária de tratamento terciário (ART) tomando-se por referência o limite máximo de aplicação anual (LMA) de 150 kg ha<sup>-1</sup> de sódio (Na) [5] no solo, conforme descrito a seguir: T1: Testemunha (água limpa + adubação mineral); T2: 70%; T3: 130%; T4: 170% e; T5: 200% de ART em relação ao LMA de referência. Após a aplicação da ART, foi feita a complementação hídrica utilizando-se água limpa, ambas via irrigação por microaspersão, para suprir a exigência da cultura.

A cultivar de banana é a “Prata-anã”, plantada em 05/05/2012 utilizando-se mudas micropropagadas no espaçamento de 3 x 2 m, sendo 4 linhas com 6 plantas linha<sup>-1</sup>, totalizando 24 plantas parcela<sup>-1</sup>. O manejo da irrigação é feito com base na evapotranspiração diária de referência (ET<sub>o</sub>), calculada pelo método de Penman-Monteith [6], a partir dos dados obtidos em uma estação meteorológica portátil instalada na área experimental.

O sistema de irrigação por microaspersão possuiu emissor de vazão média igual a 76 L h<sup>-1</sup>, à pressão de serviço de 200 kPa, sendo utilizado um emissor para cada três plantas. As aplicações do efluente foram iniciadas aos 41 dias após o plantio, sendo feita uma aplicação por semana. Ao final do segundo ciclo de cultivo da cultura foram retiradas quatro amostras simples de solo (uma por planta, entre as linhas de microaspersores e as plantas de cada parcela útil) para a formação de uma amostra composta, nas profundidades: 0-20, 20-40, 40-60 e 60-80 cm. Nessas amostras foram quantificados o Na, razão de adsorção de sódio (RAS), porcentagem de sódio trocável (PST) e a condutividade elétrica (CE) do solo de acordo com metodologias descritas em EMBRAPA [7]. Os demais tratamentos culturais seguiram os recomendados para a cultura, conforme Borges e Souza [8].

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando as diferenças foram significativas ao nível de 5%, utilizou-se o teste de Dunnett para comparação dos tratamentos com a testemunha. As profundidades de coleta foram comparadas separadamente.

## Resultados e discussão

No presente trabalho, a elevação dos teores de sódio no solo nos tratamentos com água residuária ocorreu na profundidade de 40-60 cm, sendo a única profundidade onde o teor de sódio foi significativo (Tabela 1), isso se deu em virtude da elevada concentração desse elemento na água residuária. Isso fortalece a justificativa de sua escolha como elemento limitante no estabelecimento das doses de ART. Para as demais variáveis avaliadas, como a condutividade elétrica, RAS e PST, os valores não foram significativos, não diferindo assim da testemunha sem água residuária sanitária tratada (Tabela 1).

Segundo Ferreira *et al.* [9], a condutividade elétrica do solo é proporcional à sua concentração iônica, isto é, mensura os solutos (íons) carregados da solução do solo, sendo amplamente utilizada para medir sua salinidade. Dessa forma, os valores observados na condutividade elétrica do solo podem estar associados aos íons dissolvidos na água residuária.

A classificação dos solos quanto à sodicidade (solos sódicos e não-sódicos) tem por base os teores de sais solúveis e de sódio trocável. Assim, a porcentagem de sódio trocável (PST) presente no solo em relação aos demais cátions adsorvidos é muito importante nos estudos de solos afetados por sais, sobretudo quando há predominância do íon sódio em relação aos demais cátions trocáveis no complexo sortivo [10].

Na tabela 2 observa-se a comparação das médias de tratamentos em relação à testemunha, onde na profundidade de 40-60 cm houve maior acúmulo de sódio. Isso é resultado da alta mobilidade do sódio, tanto na planta como no solo, sendo um elemento facilmente lixiviado para camadas mais profundas do solo. Além disso, o sódio teve maior acúmulo na profundidade de 40-60 cm devido à maior porcentagem de raízes da bananeira ser encontrada nessa profundidade, onde os sais tendem a se acumular próximo a raiz devido à absorção desse íon por fluxo em massa, ou seja, ele é carregado pela água que está se movendo do solo para a raiz, sendo a quantidade de nutriente suprida por fluxo em massa dependente da transpiração e da concentração do nutriente na solução do solo.

## Considerações finais

Nas condições deste estudo, o único parâmetro que apresentou diferença em relação aos tratamentos utilizados, foi o teor de sódio. Os demais, não foram influenciados pelo uso de ART.

Assim, torna-se possível a substituição parcial ou total de fertilizantes minerais (cujos preços aumentam consideravelmente ao longo dos anos) pelo uso de efluente sanitário como fonte de nutrientes na cultura da banana.

Da mesma forma, propicia-se uma destinação ambientalmente correta para os efluentes sanitários que muitas vezes são lançados nos corpos d'água e reduz-se a demanda pelas fontes de água de qualidade, utilizadas atualmente para irrigação da cultura.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), ao Banco do Nordeste (ETENE/FUNDECI), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro e concessão de bolsas.

## Referências

- [1] BERNARDO, S. Manual de irrigação. 6ed. Viçosa; Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- [2] CORRÊA, M. M. *et al.* S. Atributos físicos, químicos e mineralógicos de solos da região das Várzeas de Sousa (PB). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa-MG, v. 27, p. 311–324, 2003.
- [3] FERREIRA, D. C. *et al.* Nutrient inputs in soil cultivated with coffee crop fertigated with domestic sewage. *Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, Taubaté, v. 6, n. 3, p. 77–85, 2011.
- [4] SILVA, F. L. B. *et al.* Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão-de-corda. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 15, p. 383–389, 2011.
- [5] LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: Rima, 2005, 531 p.
- [6] ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. *Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. Rome: FAO, 2006. 320 p. (FAO Irrigation and Drainage, 56).

- [7] EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa CNPS, 1997. 212p.
- [8] BORGES, A. L.; SOUZA, L. S. **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 279p.
- [9] FERREIRA, P. A.; DILVA, J. B. L. da; RUIZ, H. A. Aspectos físicos e químicos de solos em regiões áridas e semi-áridas. GHEYI, HR; DIAS, NS; LACERDA, C. **F. Manejo da salinidade na agricultura**. Fortaleza, INCT Sal, p. 472, 2010.
- [10] HOLANDA, J. S. Manejo e utilização de áreas salinizadas do vale do Açú. Banco do Nordeste. Fortaleza, 2000. 95p.

**Tabela 1.** Valores de sódio (Na), Razão de adsorção de sódio (RAS), Porcentagem de sódio trocável (PST) e condutividade elétrica (CE) em diferentes profundidades do solo irrigado sob diferentes doses de água residuária sanitária tratada (ART), tendo o sódio como referência.

FV	GL	Quadrado médio			
		Na	RAS	PST	CE
0-20 cm					
Trat.	4	0,0018 <sup>ns</sup>	0,0008 <sup>ns</sup>	0,4070 <sup>ns</sup>	0,008 <sup>ns</sup>
Bloco	3	0,0045 <sup>ns</sup>	0,0016 <sup>ns</sup>	0,7720 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>
Resíduo	12	0,0024	0,0014	0,5887	0,014
CV		31,72	33,14	31,45	44,34
MÉDIA		0,16	0,11	2,44	0,27
20-40 cm					
Trat.	4	0,003 <sup>ns</sup>	0,0016 <sup>ns</sup>	0,9058 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>
Bloco	3	0,005 <sup>ns</sup>	0,0032 <sup>ns</sup>	1,7693 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
Resíduo	12	0,002	0,0025	0,9614	0,003
CV		24,84	33,15	31,23	21,4
MÉDIA		0,18	0,15	3,14	0,25
40-60 cm					
Trat.	4	0,006*	0,0042 <sup>ns</sup>	1,1458 <sup>ns</sup>	0,006 <sup>ns</sup>
Bloco	3	0,006 <sup>ns</sup>	0,0025 <sup>ns</sup>	1,3378 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>
Resíduo	12	0,001	0,0023	0,6158	0,006
CV		20,2	31,86	25,6	38,14
MÉDIA		0,18	0,15	3,07	0,21
60-80 cm					
Trat.	4	0,0018 <sup>ns</sup>	0,0032 <sup>ns</sup>	1,6908 <sup>ns</sup>	0,007 <sup>ns</sup>
Bloco	3	0,0045 <sup>ns</sup>	0,0005 <sup>ns</sup>	0,4952 <sup>ns</sup>	0,009 <sup>ns</sup>
Resíduo	12	0,0018	0,0026	0,7281	0,011
CV		25,95	34,44	28,59	48,04
MÉDIA		0,17	0,15	2,99	0,22

\*: 5% de significância pelo teste F.<sup>ns</sup>: Não significativo

**Tabela 2.** Médias de tratamentos e teste de Dunnett para o sódion a profundidade de 40-60 cm do solo sob bananal fertirrigado com água residuária sanitária tratada (ART), ao final do segundo ciclo de produção.

Tratamento (kg Na ha <sup>-1</sup> )	Na (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )
T1 Testemunha	0,15
T2 104	0,13
T3 191	0,18
T4 252	0,23*
T5 296	0,20

\*: difere da testemunha pelo teste de Dunnett ao nível de 5% significância