



## DIAGNOSE DO ESTADO NUTRICIONAL DA BANANEIRA FERTIRRIGADA COM ÁGUA RESIDUÁRIA SANITÁRIA TRATADA

*Pablo Fernando Santos Alves, Marcos Koiti Kondo, Rodinei Facco Pegoraro, Gilberto Felipe de Oliveira*

### Introdução

A utilização de águas residuárias como fonte parcial ou total de água e nutrientes na agricultura tem sido amplamente estudada, em função da menor demanda por água de melhor qualidade e fertilizantes minerais industrializados. Além disso, apresenta-se como forma mais racional de deposição desses resíduos, evitando seu lançamento em cursos d'água e diminuindo a poluição dos mesmos.

Embora a realização dessa prática tenha apresentado experimentalmente bons resultados, assim como aqueles apresentados por Medeiros *et al.* [1] que reportaram que o manejo com água residuária foi mais efetivo na melhoria do estado nutricional do cafeeiro que o manejo convencional, sua realização requer maior atenção, uma vez que efetuada de maneira errada poderá ocasionar danos significativos ao desenvolvimento das culturas e, conseqüentemente, reduzir sua produtividade. Souza *et al.* [2] verificaram que a fertirrigação com água residuária de origem urbana não supriu todas as necessidades de nutrientes do cafeiro e, na segunda safra da cultura, a produtividade foi inferior ao manejo convencional, sendo esses resultados atribuídos ao fato da água residuária não ser nutricionalmente balanceada.

Para detectar respostas das plantas aos vários tipos de manejo, a diagnose foliar de plantas frutíferas vem sendo usada para interpretar, de maneira mais eficiente, as relações entre nutrientes na planta [3]. O Desvio Percentual do Ótimo (DOP) é um método que permite conhecer o percentual de desvio da concentração de um nutriente qualquer em relação a um valor previamente estabelecido e tido como adequado para esse nutriente em determinada fase do ciclo de uma cultura, índice DOP negativo indica deficiência, quando positivo, excesso, e igual a zero, concentração ótima do nutriente. Quanto maior seu valor absoluto, maior a severidade da carência ou do excesso. A partir da obtenção dos índices DOP é possível a elaboração do fertigrama, que por sua vez possibilita a análise visual da adequação das concentrações de cada nutriente em particular e a análise do estado nutricional da lavoura como um todo [4].

Nesse sentido, objetivou-se com a realização deste trabalho avaliar a produtividade e diagnose do estado nutricional da bananeira 'Pratã-Anã' fertirrigada com água residuária sanitária tratada.

### Material e métodos

Este trabalho foi conduzido na área experimental da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da Companhia de Saneamento de Minas Gerais, COPASA – MG em Janaúba-MG, altitude de 540 m e clima, segundo Köppen, do tipo Aw (tropical, com inverno seco). O solo da área onde foi implantado o experimento é classificado como Latossolo Vermelho eutrófico.

O sistema de tratamento de ART da ETE Janaúba é composto por tratamento preliminar (grade e desarenador), calha *parshall* com medidor de vazão ultrassônico, reator anaeróbio de fluxo ascendente (UASB), lagoa facultativa e duas lagoas de maturação em série, possuindo capacidade de tratamento com vazão contínua de até 48,4 L s<sup>-1</sup>.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos consistiram na aplicação de diferentes doses de água residuária sanitária tratada (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.

O plantio foi realizado no espaçamento 3 x 2 m utilizando-se mudas micropropagadas da cultivar 'Prata-anã'. Aos 15 dias anteriores ao plantio, foi feita a adubação de fundação, mediante a mistura de solo com o formulado NPK 4-30-10, superfosfato simples e FTE BR12, visando ao fornecimento de N (22,8 kg ha<sup>-1</sup>), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (200,0 kg ha<sup>-1</sup>), K<sub>2</sub>O (50,0 kg ha<sup>-1</sup>), S (48,6 kg ha<sup>-1</sup>), Ca (103,9 kg ha<sup>-1</sup>), B (1,5 kg ha<sup>-1</sup>), Cu (0,7 kg ha<sup>-1</sup>), Mn (1,7 kg ha<sup>-1</sup>), Mo (0,1 kg ha<sup>-1</sup>) e Zn (7,5 kg ha<sup>-1</sup>), no sulco de plantio dentro do espaçamento acima definido.

As aplicações da água residuária foram iniciadas aos 41 dias após o plantio (DAP), sendo feita uma aplicação semanal. A partir do terceiro mês do plantio, iniciaram-se as adubações químicas, via fertirrigação com N e K em cobertura na testemunha e complementação nos tratamentos sob aplicação do efluente, visando ao fornecimento equilibrado (doses semelhantes) destes nutrientes para as plantas de todas as parcelas. O manejo da irrigação foi baseado na evapotranspiração diária de referência (ET<sub>0</sub>), calculada pelo método de Penman-Monteith. Os demais tratamentos culturais seguiram os recomendados para a cultura.



Mensalmente, durante as aplicações foram coletadas amostras simples da ART para a análise dos parâmetros físico-químico-biológicos. De posse dos resultados das análises da ART do mês anterior foram calculadas as lâminas de fertirrigação com a ART nos respectivos tratamentos.

Para a diagnose do estado nutricional, no primeiro ciclo da cultura, coletaram-se 15 cm da parte interna mediana do limbo foliar na terceira folha a contar da folha-vela em plantas que estavam no estádio em que a inflorescência apresentava todas as pencas femininas descobertas (sem brácteas). Posteriormente, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel limpos e devidamente identificados, sendo então encaminhadas para análises laboratoriais de N, P, K, S, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Mn, Zn e Na. O resultados obtidos foram comparados com os níveis críticos de referência proposto pela de Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (CFEMG) [4] e com os níveis propostos por Borges e Silva [6].

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando o F foi significativo até o nível de 5 %, procedeu-se à análise de regressão. Para a comparação das médias de tratamentos em relação à testemunha, adotou-se o teste de Dunnett a 5 % de significância.

## Resultados e discussão

A concentração foliar da maioria dos nutrientes quantificados na folha da bananeira não foi influenciada pelos tratamentos em comparação ao manejo com ART, com exceção do Mg e o Fe.

Em relação à concentração foliar de Mg, observa-se um incremento de 40,91 % do nutriente na bananeira com 170 % de ART, o que representa uma possibilidade de melhoria no estado da nutricional da cultura, entretanto o possível aumento da salinidade do solo com o uso de doses maiores da ART não promovesse o incremento na concentração de Mg nas folhas de bananeira.

A concentração foliar de Fe nas folhas da bananeira apresentou incremento de 25,75 % com 130 % de ART em relação ao tratamento-testemunha.

A concentração média de Fe na ART da ETE Janaúba durante o período de condução do experimento foi de 0,68 mg L<sup>-1</sup>. Dessa maneira, esperava-se que o aumento no aporte do elemento resultasse em maior disponibilidade no solo e maior absorção pelas plantas; contudo, esse fato não se confirmou para doses além de 130 % de ART. Esses resultados ocorreram possivelmente em virtude de parte do Fe aportado ao solo estar ligado a compostos orgânicos e ou outros minerais, formando complexos de baixa disponibilidade para as plantas. Outros fatores que podem ter contribuído para que as maiores doses de ART não aumentassem a biodisponibilidade de Fe seriam o aumento da salinidade e do pH do solo [7].

Os teores foliares de Zn aumentaram com a dose de ART, exponencialmente até o máximo de 14,7892 mg kg<sup>-1</sup> (Figura 1A). Esse incremento é observado em virtude do maior aporte do Zn nas maiores doses de ART, que apresentou concentração média desse elemento de 0,09 mg L<sup>-1</sup>. Todavia, apesar dos incrementos observados no manejo com ART, os teores foliares de Zn não diferiram em relação ao tratamento-testemunha.

Apesar das constatações pontuais dos efeitos da ART sobre os nutrientes descritos anteriormente, observa-se na Figura 1B que o equilíbrio nutricional da cultura se manteve próximo do adequado, o que é condizente com a produtividade média obtida (28,63 t ha<sup>-1</sup>). Contudo, os teores foliares de Mn merecem maior atenção.

Os íons Mn<sup>2+</sup> ativam algumas enzimas envolvidas no ciclo de Krebs (respiração). No entanto, a função mais bem definida do Mn<sup>2+</sup> é a sua participação na reação da fotossíntese na qual o O<sub>2</sub> é produzido a partir da água (H<sub>2</sub>O). O sintoma mais frequente de deficiência deste nutriente é a ocorrência de uma clorose internervural associada com pequenas manchas necróticas que pode ocorrer em folhas jovens ou velhas [8]. De modo contrário, Beyer *et al.* [9] relatam que o excesso de Mn nas formas trocáveis e solúveis no meio de crescimento eleva a sua quantidade nos tecidos vegetais, podendo atingir níveis tóxicos e ocasionar redução da biomassa das plantas.

Considerando que os tratamentos não diferiram entre si com relação à concentração foliar desse nutriente, e que não foram verificados sintomas visuais de fitotoxidez, acredita-se que os níveis críticos para o Mn definidos pela CFEMG [4] (88 mg kg<sup>-1</sup>) encontram-se subestimados para a cultura. Ademais, salienta-se que esse autor estabelece níveis de referência que não fazem distinção para variedades, possivelmente contribuindo para equívocos na interpretação dos resultados. Borges e Silva [6] preconizam que a concentração adequada de Mn em folha de bananeira 'Prata-Anã' situa-se entre 173 e 630 mg kg<sup>-1</sup>, sendo os resultados obtidos no presente trabalho mais condizente com este intervalo, conforme pode ser visualizado no fertigrama da cultura (Figura 1B).

No que se refere aos teores foliares de Na, verifica-se (Tabela 1) que nenhum dos tratamentos diferiu da testemunha. Borges e Oliveira [10] relatam que concentrações acima de 300 mg kg<sup>-1</sup> no início do florescimento e 3500 mg kg<sup>-1</sup> com o cacho totalmente emitido, são considerados tóxicos para a bananeira, proporcionando enegrecimento marginal seguido de necrose das folhas, sendo assim, e considerando a ausência visual de sintomas de fitotoxidez no estudo em questão, o manejo com ART não apresenta restrições quanto ao teor foliar deste elemento.



## Conclusões

A maior parte dos nutrientes presentes nas folhas da bananeira ‘Prata-Anã’ não é influenciada pelo manejo com água residuária sanitária tratada, com exceção do Mg, Fe e Zn.

O alto teor de Mn pode comprometer o equilíbrio nutricional para a bananeira, porém, devido à ausência de sintomas de fitotoxicidade ou redução da produção, infere-se que a faixa considerada como adequada para a cultura e/ou para a cultivar ‘Prata-Anã’ deve ser superior aos padrões atualmente adotados para a cultura no estado de MG.

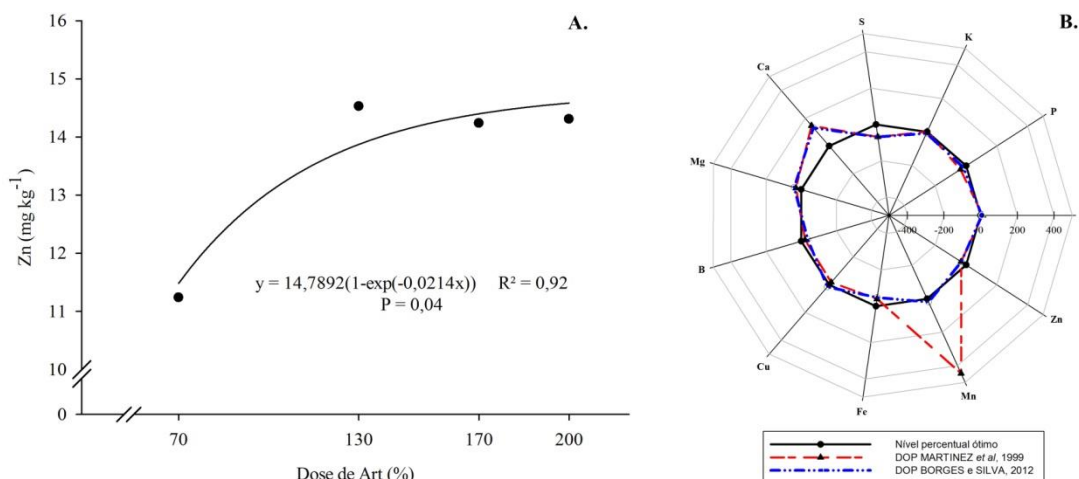
## Referências bibliográficas

- [1] MEDEIROS, S. DE S. *et al.* Utilização de água residuária de origem doméstica na agricultura: estudo do estado nutricional do cafeeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, p. 109–115, 2008.
- [2] SOUZA, J.A.A. *et al.* Efeitos da fertirrigação com água residuária de origem urbana sobre a produtividade do cafeeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, p.128-132, 2005.
- [3] SILVA, J. T. A. da; CARVALHO, J. G. de. Avaliação nutricional de bananeira “Prata Anã” (AAB), sob irrigação no semi-árido do norte de Minas Gerais, pelo método DRIS. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, p. 731–739, 2005.
- [4] MARTINEZ, H.E.P.; CARVALHO, J.G.; SOUZA, R.B. Diagnose Foliar. In: CFSEMG. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação**. Viçosa-MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.143-166.
- [5] LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: RIMA Artes e Textos, 2005. 451 p.
- [6] BORGES, A.L.; SILVA, J.T.A. Diagnose foliar na cultura da banana. Diagnose foliar na cultura da banana. In: PRADO, R.M. (Ed.). **Nutrição de plantas: diagnose foliar em frutíferas**. Jaboticabal: FCAV/CAPEF/FAPEMIG/CNPq, 2012. p.199-226.
- [7] SOUZA, L. H. *et al.* Efeito do pH do solo rizosférico e não rizosférico de plantas de soja inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* na absorção de boro, cobre, ferro, manganês e zinco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 34, p. 1641–1652, 2010.
- [8] TAIZ, L.; ZEIGER, E.; SANTARÉM, E. R. **Fisiologia vegetal**. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.
- [9] BEYER, W. N. *et al.* Phytotoxicity of zinc and manganese to seedlings grown in soil contaminated by zinc smelting. **Environmental Pollution**, [s.l.], v. 179, n. 0, p. 167–176, 2013.
- [10] BORGES, A. L.; OLIVEIRA, A. M. G. **Avaliação do Estado Nutricional da Bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa, 2006. (Comunicado Técnico 117) Disponível em: <[http://www.cnpmf.embrapa.br/publicacoes/comunicados/comunicado\\_117.pdf](http://www.cnpmf.embrapa.br/publicacoes/comunicados/comunicado_117.pdf)>. Acesso em: 27 jul. 2014.

**Tabela 1.** Médias de tratamento e teste de Dunnett para os teores nutricionais foliares em bananeira fertirrigada com água residuária sanitária tratada.

Tratamento	dagkg <sup>-1</sup>				mg kg <sup>-1</sup>							
	N	P	K	S	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Na
<b>70</b>	2,92	0,13	2,61	0,18	0,69	0,22	14,41	6,42	51,94	439,63	11,24	28,88
<b>130</b>	2,89	0,14	2,94	0,18	0,75	0,28	10,63	6,66	68,32 *	516,23	14,53	41,13
<b>170</b>	2,83	0,15	2,87	0,20	0,82	0,31 *	12,29	6,84	61,97	485,39	14,24	57,31
<b>200</b>	2,86	0,14	2,84	0,19	0,76	0,29	9,99	6,78	64,34	474,81	14,31	42,88
<b>Testemunha</b>	<b>2,87</b>	<b>0,13</b>	<b>2,93</b>	<b>0,20</b>	<b>0,67</b>	<b>0,22</b>	<b>11,22</b>	<b>6,36</b>	<b>54,33</b>	<b>487,17</b>	<b>12,90</b>	<b>37,38</b>

Médias seguidas de asterisco (\*) diferem da testemunha ao nível de 5 % de significância pelo teste de Dunnett. N: nitrogênio; P: fósforo; K: potássio; S: enxofre; Ca: cálcio; Mg: magnésio; B: boro; Cu: cobre; Fe: ferro; Mn: manganês; Zn: zinco e; Na: sódio.



**Figura 1.** Concentração foliar de Zn (A) e Ferrigrama representativo do equilíbrio nutricional (B) em bananal fertirrigado com diferentes doses de água residuária sanitária tratada em Janaúba –MG.