

## CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE SOLO CULTIVADO COM TOMATEIRO IRRIGADO COM ÁGUA RESIDUÁRIA DE BOVINOCULTURA DE LEITE

Marcos Filgueiras Jorge<sup>1</sup>; Leonardo Duarte Batista da Silva<sup>2</sup>; Dinara Grasiela Alves<sup>2\*</sup>; Geovana Pereira Guimarães<sup>2</sup>; Jonathas Batista Gonçalves Silva<sup>3</sup>;

<sup>1</sup>Bolsista de extensão da Fundação Oswaldo Cruz, FIOTEC, FIOCRUZ, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

<sup>2</sup>Departamento de Engenharia, Instituto de Tecnologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil.

<sup>3</sup>Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária, Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil.

\* Autor para correspondência: dinara\_alves@hotmail.com

**RESUMO:** Águas residuárias da bovinocultura de leite, oriundas do grande volume de água que é utilizado para a limpeza das fezes e urina, vêm sendo ultimamente utilizadas com maior frequência na irrigação por repor ao solo muito dos nutrientes necessários para o desenvolvimento de uma cultura. Além disso, é uma forma ecologicamente correta de reciclar os resíduos gerados no setor produtivo, desde que manejada com critérios técnicos. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da fertirrigação com água residuária da bovinocultura de leite sobre as características químicas do solo cultivado com o tomateiro. O trabalho foi realizado de maio a setembro de 2012. Os tratamentos consistiram de seis doses de nitrogênio (0, 50, 100, 200, 300 e 400%) com base na recomendação para o tomateiro (100 kg ha<sup>-1</sup>) fornecida por meio da fertirrigação com água residuária de bovinocultura de leite. O experimento foi conduzido em um arranjo completamente aleatorizado, sendo cada tratamento constituído por oito repetições de parcelas com quatro plantas, totalizando 32 plantas em cada tratamento. As variáveis avaliadas foram: fósforo, nitrogênio, potássio, cálcio, matéria orgânica, ferro, manganês e pH. Os resultados foram submetidos à análise de variância ( $p \leq 0,05$ ); sendo significativos, estes foram testados por modelos de regressão. A aplicação de água residuária de bovinocultura de leite ocasionou alterações químicas no solo apenas na concentração de cálcio, os demais nutrientes avaliados não apresentaram diferenças significativas. A adubação utilizando água residuária da bovinocultura de leite como fonte de nutrientes é parcial, sendo necessária uma adubação complementar.

**Palavras-chave:** *Solanum lycopersicum*, disposição final, reuso da água, fertilidade do solo

## CHEMICAL PROPERTIES OF SOIL CULTIVATED WITH TOMATO IRRIGATED WITH WASTEWATER FROM DAIRY CATTLE

**ABSTRACT:** Wastewater from dairy cattle, originating from a large volume of water that is used for cleaning feces and urine, and lately used more frequently in irrigation by reporting to

the soil much of the nutrients used for the development of a crop. In addition, it is an ecologically correct way to recycle waste generated in the productive sector, provided it is handled with technical specialists. This study aimed to evaluate the effects of dairy cattle wastewater fertigation on the chemical characteristics of a soil cultivated with tomato. The study was conducted from May to September 2012. The treatments consisted of six nitrogen doses (0, 50, 100, 200, 300 and 400%) based on the recommendation for tomato ( $100 \text{ kg ha}^{-1}$ ), through fertigation using dairy cattle wastewater. The experiment was set in a completely randomized design, with eight replicates and four plants in each plot, totaling 32 plants in each treatment. The following variables were evaluated: phosphorus, nitrogen, potassium, calcium, organic matter, iron, manganese and pH. The results were subjected to analysis of variance ( $p \leq 0.05$ ); if significant, the data were tested using regression models. The application of wastewater from dairy cattle caused chemical changes in the soil only in the concentration of calcium, the others nutrients showed no significant differences. The fertilization using wastewater from dairy cattle as a source of nutrients is partial, an additional fertilization is necessary.

**Keywords:** *Solanum lycopersicum*, final disposal, reuse of water, soil fertility

## INTRODUÇÃO

A redução da disponibilidade de recursos hídricos vem ocasionando fortes mudanças na agricultura e, conseqüentemente, alternativas estão sendo usadas para otimizar a utilização desses recursos como é o caso do reuso da água.

A quantidade de dejetos produzidos diariamente por bovinos de leite é um dos maiores problemas em sistemas de manejo intensivo. A disposição dos resíduos das instalações animais tem se constituído num desafio para criadores e especialistas, pois envolve aspectos técnicos, sanitários e econômicos. Aliado a isto, os efluentes orgânicos oriundos de sistemas de produção leiteira confinada, quando lançados num corpo receptor, provocam alterações físicas e químicas nos mananciais, oferecem riscos à saúde pública e ao abastecimento, porque podem estar presentes na água potável elementos patogênicos e/ou tóxicos (Silva e Roston, 2010).

Nesse sentido, as águas residuárias da bovinocultura de leite (ARB), oriundas do grande volume de água que é utilizado para a limpeza das fezes e urina, vêm sendo ultimamente utilizadas com maior frequência na irrigação por repor ao solo muito dos nutrientes necessários para o desenvolvimento de uma cultura. Além disso, é uma forma ecologicamente correta de reciclar os resíduos gerados no setor produtivo, desde que manejada com critérios técnicos.

A taxa de aplicação dessa água depende da capacidade do sistema solo-planta em absorver o resíduo aplicado sem comprometer a qualidade do solo, da planta e nem das águas subterrâneas (Erthal et al., 2010). Segundo com estes autores, geralmente, os teores de nitrogênio têm sido utilizados como referenciais na determinação da lâmina a ser aplicada na fertirrigação.

Dentre as culturas mais exigentes em nutrientes nitrogenados está a cultura do tomateiro (Zotarelli et al., 2009), a qual é largamente produzida no Brasil. Adicionalmente, essa cultura apresenta elevados custos de produção devido à maior necessidade de fertilizantes e

agroquímicos (Agrianual, 2009). Assim, o uso da ARB pode representar uma importante alternativa para ser utilizada na fertirrigação do tomateiro.

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da fertirrigação com água residuária da bovinocultura de leite sobre as características químicas do solo cultivado com o tomateiro.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Centro Estadual de Pesquisa em Agricultura Orgânica (CEPAO/PESAGRO-Rio), localizado no município de Seropédica (latitude 22°48'00''S; longitude 43°41'00''W; altitude de 33 metros), RJ - Brasil, no período compreendido entre maio e setembro de 2012. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, construída por elementos estruturais em madeira do tipo "Sabiá", com cobertura de plástico agrícola de 150 micras, aluminet e sombrite com nível de 50% de sombreamento nas laterais.

A cultura utilizada foi a do tomateiro tipo "cereja", cv. Perinha Água Branca a qual foi cultivada sob manejo orgânico. O cultivo foi conduzido em vasos de 12L, cujo substrato foi preparado a partir de uma mistura homogênea de 3 partes de argila e 2 partes de areia, 1 parte de substrato comercial Top Garden do tipo "solo base" como condicionador de solo e 2% de composto orgânico proveniente da compostagem de bagaço de cana, por meio de gongolos.

Foi realizada, ainda, uma adubação inicial com a aplicação de calcário dolomítico PRNT 95%, termofosfato 16,5% de  $P_2O_5$  e sulfato de potássio 50% de  $K_2O$ , com vistas à correção da acidez e à elevação dos teores iniciais dos nutrientes fósforo e potássio.

A ARB foi preparada de maneira a conservar características semelhantes às aquelas apresentadas por Erthal et al. (2010), sendo que, no seu preparo, foi utilizada 70% de água limpa de poço sem nenhum tratamento químico e 30% do volume de esterco bovino fresco coletado do curral do Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA) da Embrapa-Agrobiologia, Seropédica/RJ.

A caracterização da água residuária foi realizada no Laboratório de Monitoramento Ambiental I – Águas e Efluentes, do Departamento de Engenharia da UFRRJ, cujos valores de pH, condutividade elétrica, sólidos totais, demanda química de oxigênio, demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio total,  $N-NH_4^+$  e fósforo total foram respectivamente, 7,38, 2,55  $mS\ cm^{-1}$ , 22.100,00  $mg\ L^{-1}$ , 20.080,00  $mg\ L^{-1}$ , 4.712,00  $mg\ L^{-1}$ , 486,50  $mg\ L^{-1}$ , 117,50  $mg\ L^{-1}$  e 75,00  $mg\ L^{-1}$ . As análises da ARB preparada foram realizadas conforme métodos recomendados por APHA (1995).

De modo a quantificar a lâmina de ARB aplicada nos tratamentos, adotou-se o nitrogênio como nutriente de referência na fertirrigação do cultivo do tomate. A dose de nitrogênio foi aplicada com base na recomendação de Lima et al. (1992) para a cultura do tomateiro que é de 100  $kg\ ha^{-1}$  para um ciclo de cultivo de 180 dias.

Os tratamentos avaliados foram: T1- Testemunha (irrigação com água limpa); T2 - 50% da dose de N recomendada para o tomateiro foi fornecida por meio da fertirrigação com ARB; T3 - 100% da dose de N recomendada para o tomateiro foi fornecida por meio da fertirrigação com ARB; T4 - 200% da dose de N recomendada para o tomateiro foi fornecida por meio da fertirrigação com ARB; T5 - 300% da dose de N recomendada para o tomateiro foi fornecida por meio da fertirrigação com ARB; T6 - 400% da dose de N recomendada para o tomateiro

foi fornecida por meio da fertirrigação com ARB. As respectivas lâminas de ARB aplicadas ao longo do ciclo da cultura foram de 0,0; 25,67; 51,34; 102,68; 154,02 e 205,36 mm.

A irrigação da cultura foi realizada por um sistema de irrigação localizada utilizando gotejadores. As irrigações eram realizadas a fim de se retornar a umidade do solo para próxima da capacidade de campo.

As características químicas do solo antes de serem aplicados os tratamentos podem ser visualizadas na Tabela 1. As análises químicas do solo utilizado no experimento foram realizadas no Laboratório de Solos da Universidade Federal de Viçosa (UFV/ MG/ Brasil).

Tabela 1. Características químicas do solo antes de serem aplicados os tratamentos com diferentes doses de água residuária de bovinocultura de leite

Característica	Valor
pH em água (1:2,5)	5,1
Nitrogênio total (dag kg <sup>-1</sup> )	0,1
Fósforo (mg dm <sup>-3</sup> )	19
Potássio (mg dm <sup>-3</sup> )	106
Cálcio (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	3,0
Matéria orgânica (dag kg <sup>-1</sup> )	2,39
Ferro (mg dm <sup>-3</sup> )	54,1
Manganês (mg dm <sup>-3</sup> )	18,2

Coletaram-se, após o término do ciclo da cultura, amostras de solo composta em todas as parcelas experimentais na profundidade de 10 cm. O experimento foi conduzido em um arranjo completamente aleatorizado, sendo cada tratamento constituído por oito repetições de parcelas com quatro plantas, totalizando 32 plantas em cada tratamento.

As variáveis avaliadas foram: fósforo (P), nitrogênio (N), potássio (K), cálcio (Ca), matéria orgânica (MO), ferro (Fe), manganês (Mn) e pH.

Os resultados foram submetidos à análise de variância ( $p \leq 0,05$ ); sendo significativos, estes foram testados por modelos de regressão polinomial.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram observadas diferenças significativas, ao nível de 5% de significância, nos seguintes parâmetros químicos do solo: fósforo (P), nitrogênio (N), potássio (K), matéria orgânica (MO), ferro (Fe), manganês (Mn) e pH, avaliados no período final do ciclo do tomateiro fertirrigado com diferentes doses de água residuária de bovinocultura de leite.

Os valores médios dos parâmetros avaliados em cada tratamento podem ser visualizados na Tabela 2. De acordo com Erthal et al. (2010), os efeitos da aplicação de águas residuárias nas propriedades químicas do solo só se manifestam após longo período de aplicação e dependem das características do solo e do clima. Caovilla et al. (2010), avaliaram as características químicas de solo cultivado com soja e irrigado com diferentes doses de água residuária da suinocultura e verificaram que as concentrações de água residuária de suinocultura (ARS) utilizadas nos tratamentos não alteraram as características químicas do solo avaliadas.

Tabela 2. Características químicas do solo no período final do ciclo do tomateiro fertirrigado com diferentes doses de água residuária de bovinocultura de leite (ARB)

Característica	Tratamento					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
pH em água (1:2,5)	5,78	5,49	5,42	5,52	5,41	5,43
Nitrogênio total (dag kg <sup>-1</sup> )	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,07
Fósforo (mg dm <sup>-3</sup> )	10,5	13,86	13,86	14,81	12,85	14,68
Potássio (mg dm <sup>-3</sup> )	469,4	380,3	365,5	365,4	328,0	355,5
Cálcio (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,44	1,86	2,03	1,97	2,14	2,04
Matéria orgânica (dag kg <sup>-1</sup> )	2,83	2,86	2,89	2,71	2,97	2,81
Ferro (mg dm <sup>-3</sup> )	30,48	27,71	33,32	29,6	28,38	28,15
Manganês (mg dm <sup>-3</sup> )	12,98	14,31	15,24	15,89	14,25	15,18

T1- Testemunha (irrigação com água limpa); T2 - 50%; T3 - 100%; T4 - 200%; T5 - 300% e T6 - 400% da dose de N recomendada para o tomateiro fornecida por meio da fertirrigação com ARB

Foi verificada diferença significativa apenas na concentração de cálcio (Ca) no solo. O modelo ajustado a partir dos valores médios de cálcio no solo submetido às distintas lâminas aplicadas de ARB se encontra na Figura 1. Os valores foram ajustados por um modelo polinomial de segunda ordem, em que a concentração máxima de Ca no solo foi alcançada para dose de 300% da dose de nitrogênio recomendada para o tomateiro. Mesmo assim, a quantidade de Ca no solo após receber o tratamento T5 foi inferior à concentração desse nutriente presente no solo antes de receber o tratamento. Foram obtidos acréscimos na concentração de cálcio em relação ao tratamento T1 de 12,6; 22,6; 35,1; 37,4 e de 29,5%, respectivamente para as doses de 50, 100, 200, 300 e 400% de ARB.

Além de ser um macronutriente de baixa mobilidade no solo, o acúmulo de cálcio também pode ser explicado pelo aumento do aporte de Ca<sup>2+</sup>, propiciado pela ARB sendo superior à absorção promovida pela cultura em virtude da liberação desse cátion pela mineralização da matéria orgânica presente no solo (Erthal et al., 2010). Os mesmos autores avaliaram o efeito da aplicação de água residuária de bovinocultura no solo e observaram concentrações elevadas e crescentes de cálcio de acordo com o tratamento recebido, aliado a isso, os mesmos autores verificaram que os tratamentos com ARB proporcionaram teores de Ca<sup>2+</sup> superiores, quando comparados com a testemunha, porém não foi observada tendência de lixiviação, visto que a concentração não aumentou com a profundidade.

Lima et al. (2013), analisaram os efeitos do uso da água residuária de laticínios nas características químicas do solo e concluíram que a aplicação da água residuária, após o período de aplicação de efluente de cinco anos, elevou a concentração de Ca<sup>2+</sup> ao longo do perfil do solo. Resultados semelhantes também foram verificados no trabalho de Andrade Filho et al. (2013), que analisaram as alterações químicas do latossolo fertirrigado com água

residuíria cultivado com algodoeiro em região semiárida brasileira e verificaram diferença significativa apenas na concentração de cálcio.

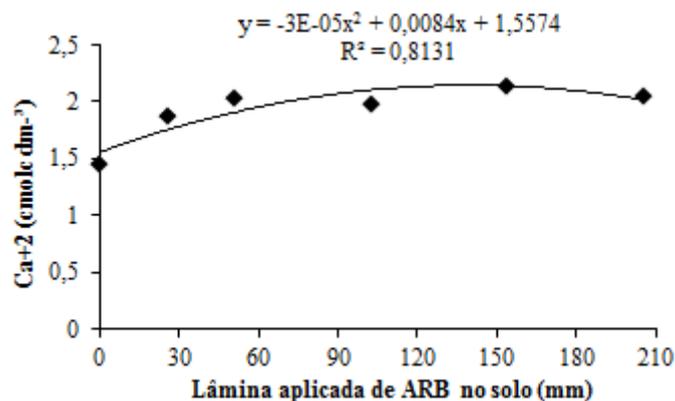


Figura 1. Valores médios de cálcio (Ca) no solo submetido às distintas lâminas aplicadas de água residuíria da bovinocultura de leite (ARB)

As médias dos tratamentos obtidas para P, N, K, MO, Fe, Mn e pH foram de 13,4 mg dm<sup>-3</sup>, 0,1 dag kg<sup>-1</sup>, 377,3 mg dm<sup>-3</sup>, 2,84 dag kg<sup>-1</sup>, 29,6 mg dm<sup>-3</sup>, 14,6 mg dm<sup>-3</sup> e 5,5 respectivamente. Isso provavelmente indica que quanto maior a quantidade desses nutrientes disponibilizados no solo propiciado pela aplicação da ARB sob diferentes tratamentos mais esses nutrientes foram absorvidos pela cultura, pois, apesar de não haver diferença significativa ocorreu redução da concentração de alguns nutrientes no solo: P, Ca, Mg, Fe e Mn, quando comparado ao solo antes de receber os tratamentos.

Homem et al. (2014) estudaram o efeito do uso prolongado de água residuíria da suinocultura sobre as propriedades químicas de um Latossolo e verificaram uma diminuição da concentração dos nutrientes no solo cultivado com pastagem e atribuíram essa diminuição ao aumento da produção da forrageira, ou seja, a taxa de utilização dos nutrientes pela planta, estava sendo superior que a reposição por meio da aplicação da água residuíria da suinocultura.

Apenas o K apresentou aumento de aproximadamente 300% de seu teor após receber os tratamentos. Erthal et al. (2010), verificaram aumento considerável de potássio nos primeiros 10 cm de profundidade do solo, em todas as taxas de aplicação de ARB, ao longo do período experimental. Ressalta-se que, a quantidade de cada nutriente absorvido pela cultura depende de seu estágio de crescimento. O K e N são os dois nutrientes minerais absorvidos em maiores quantidades em quase todas as plantas, aliado a isso, a absorção de um elemento eleva a demanda pelo outro (Cantarella, 2007). Estudos realizados por Fayad et al. (2002), mostra que o potássio é o nutriente absorvido em maior quantidade pelo tomateiro. Apesar disso, nesse trabalho, foi verificado acúmulo de K no solo, ou seja, a quantidade de K aplicada no solo pela fertirrigação foi superior à quantidade absorvida pelo tomateiro.

Em experimento realizado por Erthal et al. (2010), a concentração de P disponível no solo aumentou apenas na camada superficial (0-10 cm), para todos os tratamentos com ARB e atribuíram esse comportamento devido à baixa mobilidade do P no perfil do solo, além disso, os valores médios de P disponível no solo analisado foram considerados baixos, indicando

que a utilização da ARB como fonte de P é parcial, necessitando de complementação na forma mineral.

A concentração dos nutrientes que podem ser absorvidos pela planta é bastante dependente do pH do solo. Geralmente, a faixa ideal de pH para o desenvolvimento de uma cultura é de 6,0 a 6,5 (Sousa et al., 2007). Contudo, a faixa de pH ideal para que ocorra maior eficiência de absorção dos nutrientes pelo o tomateiro é de 5,5 a 6,5, ou seja, como o pH médio do solo avaliado foi de 5,5, o mesmo se encontra dentro da faixa considerada ideal para a cultura. Segundo Sousa et al. (2007), a intensidade na disponibilidade/absorção de elementos químicos do solo varia entre espécies, cultivares ou variedades de plantas. A disponibilidade de macronutrientes é baixa quando o pH do solo está próximo ou abaixo de 5,0, atingindo o valor máximo quando o pH está próximo de 7,0. Para os micronutrientes, a disponibilidade é maior em solos ácidos.

Segundo Freire et al. (2009), os nutrientes do solo são de fundamental importância para o desenvolvimento das plantas, pois as limitações na disponibilidade de cada um tanto no início como no final do ciclo vegetativo podem afetar o desenvolvimento da cultura, e a planta não se recupera posteriormente, mesmo aumentando o suprimento do nutriente a níveis adequados. De acordo com Kolota e Osinska (2000), a disponibilidade de nutrientes afeta o rendimento e a qualidade dos frutos da cultura do tomateiro.

Apesar de ocorrer aumento da concentração de Ca proveniente da matéria orgânica que foi acrescentada ao solo durante a fertirrigação não houve aumento significativo do pH do solo. Caviolla et al. (2010), avaliaram o pH, em um solo cultivado com soja irrigada com ARS, com diferentes níveis de concentração e concluíram que não houve diferenças significativas entre os valores de pH, que variaram de 4,6 a 5,4 propiciando, em todos os tratamentos alta acidez, caracterizando fator importante para a absorção de nutrientes pela cultura. Efeito não significativo de pH no solo também foram observados em diversos outros trabalhos que utilizaram água residuária de animais (Cassol et al., 2011; Condé et al., 2013).

Segundo Silva & Mendonça (2007), a adição da matéria orgânica resultará em aumento ou diminuição do pH do solo de acordo com a predominância dos processos que consomem ou liberam  $H^+$ , além disso, os mesmos autores afirmam que a diversidade química dos componentes da matéria orgânica do solo está relacionada com sua diversidade de grupamentos funcionais, fazendo com que a matéria orgânica do solo tenha ação tamponante numa ampla faixa de pH do solo.

No trabalho desenvolvido por Azevedo et al. (2013), as amostras de solo coletadas nas parcelas cultivadas com pimenta malagueta apresentaram diminuição nos valores de pH com o aumento da proporção de água residuária, e os autores atribuíram isso à mineralização do nitrogênio orgânico que resultou na liberação de íons  $H^+$ .

Segundo Silva & Mendonça (2007), tem-se observado aumento do pH com a adição da matéria orgânica em solos ácidos, principalmente quando se utiliza esterco suíno e bovino. Contudo, segundo os mesmos autores, em solos alcalinos, ocorre a redução do pH devido à influência da matéria orgânica do solo sobre o aumento da concentração do  $CO_2$  durante o processo de decomposição/mineralização, contribuindo para elevar a concentração de ácido carbônico e a subsequente dissociação do ácido carbônico.

Entretanto, os problemas que podem ser ocasionados ao solo pela aplicação de águas residuárias podem variar de acordo com o tempo de aplicação, composição e quantidade aplicada. Aliado a isso, o tipo de solo e a capacidade de absorção de nutrientes pela cultura

são fatores que também influenciam nas consequências da aplicação da água residuária (Condé et al., 2012).

A principal vantagem do uso de adubo orgânico em relação à aplicação de fertilizantes minerais é caracterizada pela liberação gradual dos nutrientes. Quando os nutrientes são imediatamente disponibilizados no solo, como acontece com os fertilizantes minerais, podem ocorrer perdas por volatilização (em especial o N), fixação (P) ou lixiviação (principalmente o K) (Severino et al., 2004).

A limitação principal do uso de águas residuárias na agricultura é a sua composição química e a tolerância das culturas a este tipo de efluente. Nesse sentido, o uso de água residuária na irrigação deve ser realizado de forma criteriosa, portanto, é de fundamental importância avaliar as taxas de aplicação mais adequadas da água residuária em questão, com base nos solutos presentes em maiores concentrações e determinar seus efeitos do ponto de vista agrônomico e ambiental.

### **CONCLUSÕES**

1. A aplicação de água residuária de bovinocultura de leite ocasionou alterações químicas no solo apenas na concentração de cálcio, os demais nutrientes avaliados não apresentaram diferenças significativas.

2. A adubação nitrogenada no cultivo orgânico do tomateiro pode ser realizada por meio da fertirrigação com a água residuária da bovinocultura de leite.

3. A adubação utilizando água residuária da bovinocultura de leite como fonte de nutrientes é parcial, sendo necessária uma adubação complementar.

### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao CNPq, à FAPERJ, pelo apoio financeiro e auxílio com bolsas e à CAPES pela concessão da bolsa de pós-doutorado por meio do Programa Nacional de Pós-Doutorado (PNPD).

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

American Public Health Association (APHA), 1995. Standart methods for examination of water and wastewater. New York. WWA, WPCR, 541p.

Andrade Filho, J.; Sousa Neto, O. N. de; Dias, N. da S.; Nascimento, I. B. do; Medeiros, J. F. de; Cosme, C. R. 2013. Atributos químicos de solo fertirrigado com água residuária no semiárido brasileiro. Irriga, 18: 661-674.

Anuário da Agricultura Brasileira – AGRIANUAL. São Paulo: FNP, 2009. 497p.

Azevedo, J. DE; Dutra, I. C. B.; Costa, F. G. B.; Batista, R. O.; Costa, Lucas R. DA. 2013. Alterações químicas de cambissolo fertirrigado com água residuária doméstica tratada. Agropecuária Científica no Semiárido, 9: 66-76.

Cantarella, H. 2007. Nitrogênio. In: Novais, R. F.; Alvarez, V. H.; Barros, N. F. de; Fontes, R. L. F.; Cantarutti, R. B.; Neves, J. C. (eds). Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p. 375-470.

- Caovilla; F. A.; Sampaio, S. C.; Smanhotto, A.; Nóbrega, L. H. P.; Queiroz, M. M. F. de; Gomes, B. M. 2010. Características químicas de solo cultivado com soja e irrigado com água residuária da suinocultura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 14: 692–697.
- Cassol, P. C.; Silva, D. C. P. da; Ernani, P. R.; Klauberg Filho, O.; Lucrécio, W. 2011. Atributos químicos em Latossolo Vermelho fertilizado com dejetos suíno e adubo solúvel. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 10: 103-112.
- Condé, M. S.; Almeida Neto, O. B. de; Homem, B. G. C.; Ferreira, I. M.; Silva, M. D. 2013. Impacto da fertirrigação com água residuária da suinocultura em um latossolo vermelho-amarelo. *Vértices*, 15: 161-178.
- Condé, M. S.; Homem, B. G. C.; Almeida Neto, O. B. A. de; Santiago, A. M. F. 2012. Influência da aplicação de águas residuárias de criatórios de animais no solo: atributos químicos e físicos. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)*, 2: 99-106.
- Erthal, V.J.T.; Ferreira, P.A.; Matos, A.T.; Pereira, O.G. 2010. Alterações físicas e químicas de um argissolo pela aplicação de água residuária de bovinocultura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 14: 467-477.
- Fayad, J. A.; Fontes, P. C. R.; Cardoso, A. A.; Finger, F. L.; Ferreira, F. A. 2002. Absorção de nutrientes pelo tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, 20: 90-94.
- Freire, E. de A.; Ferreira, A. C.; Formiga; M. do S.; Travassos, K. D. 2009. Avaliação da fertilidade do solo em perímetro irrigado no Ceará. *Revista Educação Agrícola Superior*, 24: 32-34.
- Homem, B. G. C.; Almeida Neto, O. B. de; Condé, M. S.; Silva, M. D.; Ferreira, I. M. 2014. Efeito do uso prolongado de água residuária da suinocultura sobre as propriedades químicas e físicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo, *Científica*, 42: 299–309.
- Kolota, E.; Osinska, M. 2000. The effect of foliar nutrition on yield of greenhouse tomatoes and quality of the crop. *Acta Physiology Plant*, 22: 373-376.
- Lima, E.; Zonta, E.; Campos, D. V. B. de; Balieiro, F. de C; Guerra, J. G. M.; Polidoro, J. C.; Freire, L. R.; Anjos, L. H. C. dos; Leal, M. A. de A.; Malavolta, E. 1992. ABC da análise de solos e folhas. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 126p.
- Lima, V. I. A.; Alves, S. M. C.; Oliveira, J. F. de; Batista, R. O.; Pinheiro, J. G.; Souza, L. di. 2013. Desempenho do sistema de tratamento de água residuária de laticínios e os efeitos de sua disposição em Argissolo, *Water Resources and Irrigation Management*, 2: 93-101.
- Severino, L.S.; Costa, F. X.; Beltrão, N. E. de M.; Lucena, A. M. A. de; Guimarães, M. M. B. 2004. Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 5: 1-6.
- Silva, E.M. da; Roston, D. M. 2010. Tratamento de efluentes de sala de ordena de bovinocultura: lagoas de estabilização seguidas de leito cultivado. *Engenharia Agrícola, Jaboticabal*, 30: 67-73.
- Silva, I. R. da; Mendonça, E. de S. 2007. Matéria orgânica do solo. In: Novais, R. F.; Alvarez, V. H.; Barros, N. F. de; Fontes, R. L. F.; Cantarutti, R. B.; Neves, J. C. (eds). *Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*. p. 275-375.
- Sousa, D. M. G. de; Miranda, L. N. de; Oliveira, S. A. de. 2007. Acidez do solo e sua correção. In: Novais, R. F.; Alvarez, V. H.; Barros, N. F. de; Fontes, R. L. F.; Cantarutti, R. B.; Neves, J. C. (eds). *Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*. p. 205-274.

Zotarelli, Z.; Scholberg, J. M.; Dukes, M. D.; Muños-Carpena, R.; Icerman, J. 2009. Tomato yield, biomass accumulation, root distribution and irrigation water use efficiency on a sandy soil, as affected by nitrogen rate and irrigation scheduling. *Agricultural Water Management*, 96: 23–34.