

## INFLUÊNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA NA FERTILIDADE DO SOLO, EM CULTIVO PROTEGIDO

Thaís Soto Boni<sup>(1)</sup>; Kátia Luciene Maltoni<sup>(2)</sup>; Ana Maria Rodrigues Cassiolato<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Graduanda em Ciências Biológicas da Faculdade de Engenharia – UNESP/ Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira/SP, E-mail: thaís.sboni@gmail.com; <sup>(2)</sup> Docentes do Depto. Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, da UNESP – Faculdade de Engenharia, Câmpus de Ilha Solteira, E-mail: maltoni@agr.feis.unesp.br; anamaria@bio.feis.unesp.br

### RESUMO:

O objetivo deste trabalho foi avaliar as alterações na fertilidade do solo, após irrigação, com água oriunda de abastecimento público, em condição de cultivo protegido. O experimento foi conduzido durante oito meses, em Latossolo Vermelho Distrófico típico, de textura argilosa, fase Cerrado. O solo foi coletado de 0-0,20m de profundidade, peneirado (2 mm) e acondicionado em sacos para mudas (2 L). O delineamento foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2x4x4, sendo, 2 tipos de água de irrigação (água purificada em sistema de osmose reversa e água fornecida pelo setor de abastecimento público do município de Ilha Solteira-SP), 4 volumes de irrigação (0, 200, 400 e 600 mL) e 4 períodos de avaliação (60, 180, 240 e 360 dias), sendo todos os tratamentos com 03 repetições. Análises de fertilidade do solo, realizadas a cada período experimental, mostram que a água fornecida pelo setor de abastecimento do município, com teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg), da ordem de 81 e 29 mg L<sup>-1</sup> de água, respectivamente, promoveu incrementos significativos nos teores de Ca e Mg do solo, enquanto os teores de K decresceram com a irrigação, independente do tipo de água utilizada, sinalizando a ocorrência de lixiviação.

**Termos de indexação:** fertilidade, latossolo, Cerrado.

### INTRODUÇÃO

Solos submetidos a cultivos irrigados podem sofrer modificações químicas, físicas e biológicas. A intensidade destas modificações pode variar com a qualidade e quantidade de água aplicada (Faria et al., 2009).

A avaliação da qualidade de água para utilização em experimentos conduzidos em cultivo protegido é muito importante, pois pode comprometer os resultados se não for devidamente considerada e adequadamente controlada.

Segundo Cordeiro (2001) toda água usada na irrigação contém sais dissolvidos e o efeito destes sais, sobre os solos irrigados, é de grande importância para manutenção da sua capacidade produtiva.

As concentrações de íons presentes na água são influenciadas pelos períodos de chuva e seca, pelas características geológicas da bacia de drenagem e pela ação antrópica ocorrida no uso e ocupação dessas bacias hidrográficas (Almeida, 2010).

O fornecimento de nutrientes para a planta está intimamente ligado à quantidade de água fornecida, pois regas em excesso podem promover a lavagem do substrato e consequente lixiviação de nutrientes, enquanto que baixas quantidades de água podem reduzir o crescimento da planta, por suprir apenas pequenas quantidades de nutrientes às mesmas (Almeida, 2010).

Elevados teores de carbonato e bicarbonato na água, utilizada para irrigação, podem promover a precipitação de cálcio, na forma de carbonato de cálcio, facilitando o processo de sodificação do solo (Ayers & Westcot, 1985).

A irrigação com água acentuadamente calcária propicia altas concentrações de HCO<sup>3-</sup> na solução do solo, CaCO<sub>3</sub> precipitado, valores elevados de pH e nenhum H<sup>+</sup> e Al<sup>3+</sup> trocáveis, criando condições, na presença de cátions como o sódio, potássio ou magnésio na água de irrigação ou no solo, à dispersão da estrutura dos solos devido ao aumento da dupla camada difusa (DCD) (Emerson, 1983; Jucksch, 1987; So & Aylmore, 1995).

A presença de carbonato de cálcio em teores elevados na água de irrigação influencia, por exemplo, os valores de pH (Lindsay, 1979).

Outro fator que também influencia na lixiviação dos nutrientes pela água da irrigação, é a temperatura que esta se encontra em relação ao solo, onde a água de irrigação à temperatura ambiente é, também, muito mais eficaz na lixiviação do solo, principalmente quando for adicionada a este com temperaturas mais elevadas que a temperatura do solo (Almeida, 2010).

O objetivo deste trabalho foi avaliar as alterações na fertilidade do solo, após irrigação, com água oriunda de abastecimento público, em condição de cultivo protegido.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante oito meses (2011), em um Latossolo Vermelho Distrófico típico, de textura argilosa, fase cerrado, coletado no Município de Selvíria-MS (20°20'13"S, 51°24'36"O),

na profundidade de 0 a 0,20 m. O solo foi peneirado (2 mm) e acondicionado em sacos plásticos para mudas (2L), onde foram acomodados 1,2Kg de solo. Este foi irrigado manualmente, três vezes por semana de 21/03 a 25/04/2011 e duas vezes por semana de 25/04 a 21/11/11, sempre em dias alternados.

A irrigação foi conduzida com água purificada em sistema de osmose reversa ou com água fornecida pelo setor de abastecimento público do município de Ilha Solteira – SP, produzindo os seguintes tratamentos: 4 quantidades de água por irrigação (0, 200, 400 e 600 mL).

Análises de fertilidade do solo foram realizadas a cada 60 dias durante o período experimental (por 240 dias), totalizando 04 avaliações.

O experimento contou com manutenção diária para evitar o crescimento espontâneo de vegetação.

O solo foi analisado para fertilidade (Raij et al. 2001) antes da instalação do experimento, e apresentou os seguintes resultados:  $P_{resina}=19\text{mg dm}^{-3}$ ;  $MO=22\text{g dm}^{-3}$ ;  $pH_{(CaCl_2)}=5,5$ ;  $K^+=3,7\text{mmol}_c\text{ dm}^{-3}$ ;  $Ca^{2+}=20\text{mmol}_c\text{ dm}^{-3}$ ;  $Mg^{2+}=19\text{mmol}_c\text{ dm}^{-3}$ ;  $H^++Al^{3+}=28\text{mmol}_c\text{ dm}^{-3}$ ;  $Al^{3+}=0\text{mmol}_c\text{ dm}^{-3}$ ;  $SB=42,7\text{mmol}_c\text{ dm}^{-3}$ ;  $CTC=70,7\text{mmol}_c\text{ dm}^{-3}$  e  $V=60\%$  (média de 03 repetições).

A água fornecida pelo setor de abastecimento do município de Ilha Solteira – SP, teve os teores determinados a partir da coleta de 04 amostras de água, a cada 4 dias e analisadas no Laboratório de Hidráulica e Irrigação do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos da UNESP/Câmpus de Ilha Solteira. Estas seguiram metodologia proposta por Vanzela (2004), cujos resultados apontaram presença de  $Ca=81\text{mg L}^{-1}$  de água e de  $Mg=29\text{mg L}^{-1}$  de água.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, pelo programa SISVAR (Ferreira, 1999).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos mostram que a água fornecida pelo abastecimento público do município de Ilha Solteira, quando utilizada na irrigação do experimento, alterou as condições de fertilidade do solo. Neste trabalho serão discutidos apenas os valores de P, pH, K, Ca e Mg (Tabela 1).

Os valores de P, pH, Ca e Mg do solo, demonstraram que estes sofreram incrementos quando foi utilizada para a irrigação a água oriunda de abastecimento público (AP), se comparado com a utilização de água purificada em sistema de osmose reversa (PR). Tanto na presença de água

do AP como de água PR os teores de K do solo apresentaram redução (Tabela 1).

Incrementos na quantidade de água utilizada na irrigação também mostram elevação nos teores de Ca, Mg e P, bem como incrementos no pH do solo (Tabela 1).

A quantidade de água utilizada mostra efeitos lineares e crescentes para os teores de Ca ( $Y^{**}=21,44+1,12x$ ,  $R^2=0,9973$ ) e Mg ( $Y^{**}=19,36+0,93x$ ,  $R^2=0,8461$ ) do solo, e lineares porém decrescentes para o K ( $Y^{**}=4,36-0,43x$ ,  $R^2=0,9051$ ), sugerindo lixiviação do K e acúmulo de Ca e Mg. Estes contribuíram para elevação do pH, também observada, embora com comportamento quadrático ( $Y^{**}=5,25+0,25x-0,04x^2$ ,  $R^2=0,9981$ ), assim como para o P ( $Y^{**}=14,81+4,27x-0,62x^2$ ,  $R^2=0,9651$ ), que por incrementos no pH pode ter tido sua disponibilidade aumentada, devido a interrupção do processo de fixação do P por meio do fornecimento de Ca e Mg contidos na água de irrigação (Novais & Smyth, 1999).

Ao aumentar o período de irrigação, este comportamento se repete, os teores de Ca, Mg, P e pH aumentam e o K sofre decréscimos. O comportamento linear se mantém crescente para Mg ( $Y^{**}=17,81+1,5667x$ ,  $R^2=0,9541$ ), e decrescente para K ( $Y^{**}=3,66-0,15x$ ,  $R^2=0,9049$ ), passando a apresentar comportamento quadrático o Ca ( $Y^{**}=26,27-3,63x+0,94x^2$ ,  $R^2=0,9398$ ), o pH ( $Y^{**}=5,78-0,21x+0,05x^2$ ,  $R^2=0,7581$ ) e o P ( $Y^{**}=16,46+2,73x-0,33x^2$ ,  $R^2=0,8492$ ).

Considerando o período de irrigação, vale comentar que as características da água podem sofrer variações ao longo do ano, apresentando, segundo Almeida (2010), maior concentração em elementos no período mais seco e o oposto no período chuvoso, o que não foi avaliado neste experimento e pode ter contribuído para o comportamento quadrático verificado.

Ao se analisar o desdobramento da interação tipo de água utilizada x quantidade de água aplicada (Tabela 2), nota-se que a influência da água oriunda do abastecimento público foi maior para P, pH, Ca e Mg, em relação à água purificada, que não alterou os conteúdos de Ca e não modificou o pH do solo. O único elemento que apresenta comportamento indicativo de lixiviação é o K, que apresenta decréscimo em seus teores para os dois tipos de água utilizados.

As variações observadas permitem afirmar que a água oriunda do abastecimento público introduziu Ca e Mg no solo, contribuindo para elevação do pH, e consequentemente liberando P.

Resultados semelhantes foram obtidos por Maia et al. (2001) que relatam aumento nos valores de



pH dos solos ao longo do tempo em áreas irrigadas com água com teores de carbonato de cálcio em torno de  $2,70 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$  na região da Chapada do Apodi no Rio Grande do Norte.

### CONCLUSÕES

A utilização de água, oriunda do abastecimento público do município de Ilha Solteira, promoveu incrementos significativos nos teores de Ca e Mg do solo.

Os teores de K do solo decresceram com a irrigação, independente do tipo de água utilizada.

### REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, O. A. Qualidade da água de irrigação. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. 234p.
- AYERS, R. S. & WESTCOT, D. W. Water quality for agriculture. Roma: FAO, 1985. 174 p. (Irrigation and Drainage Paper, 29, Rev. 1.)
- CORDEIRO, G. G. Qualidade de água para fins de irrigação: conceitos e práticas. Petrolina: Embrapa Semi-árido, 2001. 32p. (Documentos, n. 167)
- FARIA, F. H. S.; LIMA, L. A.; RIBEIRO, M. S.; SANTOS, S. R. & RIBEIRO, K. M. Avaliação da salinidade, sodicidade e alcalinidade das águas subterrâneas para irrigação em Jaíba e Janauba, Minas Gerais. Irriga, 14: 299-313, 2009.
- FERREIRA, D. F. SISVAR 4.3: sistema de análises estatísticas. Lavras: Ufla, 1999.
- EMERSON, W. W. Inter-particle bonding. In: Soils: an Australian viewpoint. Melbourne: CSIRO: Academic Press, 1983. p.477-498.
- LINDSAY, W. L. Chemical equilibrium in soils. New York: John Wiley, 1979. 449p.
- MAIA, C. E. MORAIS, E. R. C. & OLIVEIRA, M. Estimativa de carbonato de cálcio aplicado via água de irrigação nas regiões da Chapada do Apodi e Baixo Açu, RN. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 5:71-75, 2001.
- NOVAIS, R. F. & SMYTH, T. J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa: UFV, DPS, 1999. 399p.
- JUCKSCH, I. Calagem e dispersão de argila em amostra de um latossolo vermelho escuro. 1987. 37 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1987.
- RAIJ, B.V. et al. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285p.
- SO, H. B. & AYLMORE, L. A. G. The effects of sodicity on soil physical behaviour. In: NAIDU, R.; SUMNER, M. E. & RENGASAMY, P. (Eds.). Australian sodic soils: distribution, properties and management. East Melbourne: CSIRO, 1995. p.71-80.
- VANZELA, L.S. Qualidade de água para irrigação na microbacia do córrego Três Barras no município de Maringá - SP. 2004. 96 f. Dissertação (Mestrado em Sistema de Produção) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2004.

**Tabela 1.** Médias de P, pH, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, probabilidade de F e coeficiente de variação (CV), para o solo em avaliação, em função dos tratamentos.

| Fatores de Variação               | P<br>mg dm <sup>-3</sup> | pH                    | K                     | Ca<br>mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> | Mg                   |
|-----------------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|--|----------------------|
| Tipo de água (AG)                 |                          |                       |                       |  |                      |
| AP                                | 21,58a                   | 5,71a                 | 3,23b                 | 26,19a                                   | 23,10a               |
| PR                                | 20,00b                   | 5,48b                 | 3,36a                 | 22,27b                                   | 20,35b               |
| Quantidade de água em ml (QT)     |                          |                       |                       |  |                      |
| 000                               | 18,33                    | 5,45                  | 4,10                  | 22,62                                    | 19,87                |
| 200                               | 21,21                    | 5,59                  | 3,32                  | 23,58                                    | 22,00                |
| 400                               | 21,63                    | 5,67                  | 2,97                  | 24,75                                    | 22,08                |
| 600                               | 22,00                    | 5,66                  | 2,80                  | 25,96                                    | 22,96                |
| Período de irrigação em dias (PI) |                          |                       |                       |  |                      |
| 60                                | 18,63                    | 5,60                  | 3,46                  | 23,75                                    | 19,04                |
| 120                               | 21,29                    | 5,58                  | 3,46                  | 22,25                                    | 21,58                |
| 180                               | 21,96                    | 5,52                  | 3,21                  | 24,33                                    | 22,25                |
| 240                               | 22,29                    | 5,68                  | 3,06                  | 26,58                                    | 24,04                |
| Valor de F                        |                          |                       |                       |  |                      |
| AG                                | 66,391 <sup>**</sup>     | 120,817 <sup>**</sup> | 11,726 <sup>**</sup>  | 77,339 <sup>**</sup>                     | 81,042 <sup>**</sup> |
| QT                                | 73,900 <sup>**</sup>     | 23,943 <sup>**</sup>  | 250,593 <sup>**</sup> | 10,506 <sup>**</sup>                     | 18,388 <sup>**</sup> |
| PI                                | 63,755 <sup>**</sup>     | 10,667 <sup>**</sup>  | 29,398 <sup>**</sup>  | 16,301 <sup>**</sup>                     | 45,947 <sup>**</sup> |
| AGxQT                             | 4,874 <sup>**</sup>      | 26,796 <sup>**</sup>  | 8,148 <sup>**</sup>   | 12,318 <sup>**</sup>                     | 0,682 <sup>ns</sup>  |
| AGxPI                             | 26,483 <sup>**</sup>     | 27,226 <sup>**</sup>  | 2,562 <sup>ns</sup>   | 20,668 <sup>**</sup>                     | 24,273 <sup>**</sup> |
| QTxPI                             | 4,036 <sup>**</sup>      | 2,476 <sup>**</sup>   | 5,564 <sup>**</sup>   | 1,590 <sup>ns</sup>                      | 2,913 <sup>**</sup>  |
| AGxQTxPI                          | 7,510 <sup>**</sup>      | 6,380 <sup>**</sup>   | 3,153 <sup>**</sup>   | 9,245 <sup>**</sup>                      | 8,112 <sup>**</sup>  |
| CV (%)                            | 5                        | 2                     | 5                     | 9  | 7                    |

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, por fonte de variação, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.  
<sup>ns</sup>=valores não significativos; <sup>\*\*</sup> e = valores significativos para P ≤ 0,01 e ≤ 0,05, respectivamente. AP=Água de Abastecimento público; PR= água purificada.

**Tabela 2.** Desdobramentos da Interação tipo de água utilizada (Água) e quantidade de água aplicada, para P, pH, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>, equações de regressão e significância de seus termos (t), valores de F (F) e R<sup>2</sup>.

| Água                                       | Quantidade de Água (ml) |                      |                      |                      | F                     | Equações de Regressão  | R <sup>2</sup> |
|--|-------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|--|----------------|
|  | 000                     | 200                  | 400                  | 600                  |                       |  |                |
| <b>P mg dm<sup>-3</sup></b>                |                         |                      |                      |                      |                       |  |                |
| AP   | 19,33a                  | 21,58                | 22,92a               | 22,50a               | 33,900 <sup>**</sup>  | Y=15,54+4,42x-0,67x <sup>2</sup><br>t = 20,315 <sup>**</sup> 6,328 <sup>**</sup> -4,852 <sup>**</sup>      | 0,9950         |
| PR   | 17,33b                  | 20,83                | 20,33b               | 21,50b               | 44,874 <sup>**</sup>  | Y=14,08+4,12x-0,58x <sup>2</sup><br>t = 18,409 <sup>**</sup> 5,898 <sup>**</sup> -4,245 <sup>**</sup>      | 0,8421         |
| F  | 26,483 <sup>**</sup>    | 3,724 <sup>ns</sup>  | 44,184 <sup>**</sup> | 6,621 <sup>*</sup>   |                       |  |                |
| <b>pH</b>                                  |                         |                      |                      |                      |                       |  |                |
| AP   | 5,42                    | 5,77a                | 5,84a                | 5,79a                | 47,161 <sup>**</sup>  | Y=4,90+0,63x-0,102x <sup>2</sup><br>t = 61,922 <sup>**</sup> 8,72 <sup>**</sup> -7,186 <sup>**</sup>       | 0,9866         |
| PR   | 5,50                    | 5,41b                | 5,50b                | 5,53b                | 3,577 <sup>ns</sup>   | Y <sup>ns</sup>  |                |
| F  | 4,301 <sup>ns</sup>     | 83,269 <sup>**</sup> | 72,301 <sup>**</sup> | 41,333 <sup>**</sup> |                       |  |                |
| <b>K mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup></b>  |                         |                      |                      |                      |                       |  |                |
| AP   | 4,13                    | 3,12b                | 2,92                 | 2,78                 | 141,557 <sup>**</sup> | Y= 4,30 - 0,43x<br>t = 68,011 <sup>**</sup> -18,445 <sup>**</sup>  | 0,8011         |
| PR   | 4,07                    | 3,53a                | 3,02                 | 2,82                 | 117,183 <sup>**</sup> | Y= 4,42 - 0,42x<br>t = 69,988 <sup>**</sup> -18,445 <sup>**</sup>  | 0,9678         |
| F  | 0,834 <sup>ns</sup>     | 32,573 <sup>**</sup> | 2,554 <sup>ns</sup>  | 0,208 <sup>ns</sup>  |                       |  |                |
| <b>Ca mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup></b> |                         |                      |                      |                      |                       |  |                |
| AP   | 22,25                   | 26,33a               | 27,67a               | 28,50a               | 19,377 <sup>**</sup>  | Y= 21,17 + 2,01x<br>t = 27,439 <sup>**</sup> 7,130 <sup>**</sup>   | 0,8745         |
| PR   | 23,00                   | 20,83b               | 21,83b               | 23,42b               | 3,447 <sup>ns</sup>   | Y <sup>ns</sup>  |                |
| F  | 0,709 <sup>ns</sup>     | 38,127 <sup>**</sup> | 42,888 <sup>**</sup> | 32,568 <sup>**</sup> |                       |  |                |
| <b>Mg mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup></b> |                         |                      |                      |                      |                       |  |                |
| AP   | 21,08a                  | 23,25a               | 23,83a               | 24,25a               | 10,626 <sup>**</sup>  | Y=18,3958+3,1958x-0,4375x <sup>2</sup><br>t = 15,296 <sup>**</sup> 2,913 <sup>**</sup> -2,025 <sup>*</sup> | 0,9831         |
| PR   | 18,67b                  | 20,75b               | 20,33b               | 21,67b               | 8,443 <sup>**</sup>   | Y=18,2083 + 0,8583x<br>t = 34,414 <sup>**</sup> 4,443 <sup>**</sup>  | 0,7792         |
| F  | 15,647 <sup>**</sup>    | 16,744 <sup>**</sup> | 32,819 <sup>**</sup> | 17,879 <sup>**</sup> |                       |  |                |

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, por fonte de variação, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.  
<sup>ns</sup>=valores não significativos; <sup>\*\*</sup> e = valores significativos para P ≤ 0,01 e ≤ 0,05, respectivamente. AP=água de Abastecimento público; PR= água purificada.