

Alterações químicas de um Neossolo Flúvico irrigado com águas salinas¹

Chemical changes of a Fluvic Neossol cultivated with tomato and irrigated with saline water

Israel Venismare Cordeiro Gonçalves^{2*}, Maria Betânia Galvão dos Santos Freire³, Monaliza Alves dos Santos⁴,
Edivan Rodrigues dos Santos³ e Fernando José Freire³

Resumo - Com o objetivo de avaliar as alterações químicas de um Neossolo Flúvico do semiárido de Pernambuco cultivado com três cultivares de tomateiro e irrigado com água de dois valores de relação de adsorção de sódio (RAS) e seis de condutividade elétrica (CE) foi realizado um experimento em vasos de polietileno em delineamento em blocos ao acaso com arranjo fatorial 3 x 6 x 2 (três cultivares de tomateiro, seis valores de CE e dois de RAS) e quatro repetições. Os atributos estudados foram: CE, pH e RAS do extrato de saturação do solo, Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ e Na⁺ solúveis em função dos cultivares e da CE e RAS da água de irrigação. Os cultivares de tomateiro estudados não alteraram os atributos CE, pH, RAS, Ca²⁺, Mg²⁺ e Na⁺ do extrato de saturação do solo. O aumento da salinidade da água de irrigação incrementou a CE do extrato de saturação e os teores de Ca²⁺, Na⁺, Mg²⁺ e K⁺. A água com RAS de 20 (mmol L⁻¹)^{0,5} promoveu aumento da RAS do extrato de saturação do solo.

Palavras-chave - Solos. Salinidade. Irrigação.

Abstract - Aiming to evaluate chemical changes of a Fluvic Neossol from Pernambuco's semiarid there were cultivated tree tomato cultivars, irrigated with saline water with two values of sodium adsorption ratio (SAR) and six values of electrical conductivity (EC). The experiment was carried out in polyethylene pots in randomized blocks design with factorial arrangement 3 x 6 x 2 (three tomato cultivars, six values of EC and two SAR) and four replications. The variables studied were: EC, pH, SAR, Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ e Na⁺ of the saturation extract of soil depending on the cultivar and the EC and SAR of irrigation water. The tomato cultivars used in this study did not promote significant changes in the EC, pH, SAR, Ca²⁺, Mg²⁺ e Na⁺ of saturation extracts of soil. Increasing salinity of irrigation water promotes increases in the EC, Ca²⁺, Na⁺, Mg²⁺ and K⁺ of saturation extract of soil. Water with SAR of 20 (mmol L⁻¹)^{0,5} increased the SAR value of the soil saturation extract.

Key words - Soils. Salinity. Irrigation.

*Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 05/07/2010; aprovado em 02/05/2011

Parte da Dissertação do primeiro autor apresentada ao PPG Ciência do Solo/UFRPE/Pesquisa realizada com apoio financeiro do CNPq e da FACEPE

²Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife-PE, Brasil, israel_agro@yahoo.com.br

³Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco/UFRPE, Recife-PE, Brasil, betania@depa.ufrpe.br, f.freire@depa.ufrpe.br, edivan@depa.ufrpe.br

⁴Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, Brasil, liza.alves@yahoo.com.br

Introdução

A irrigação tem tido importância crescente na produção de alimentos, principalmente, nas regiões áridas e semiáridas, como no Nordeste brasileiro. Nestas regiões, o bom desenvolvimento das culturas e a qualidade da produção são diretamente dependentes da irrigação (VIANA et al., 2001).

Para proporcionar resultados positivos, o manejo da irrigação deve priorizar o uso de tecnologias apropriadas, controle da qualidade e quantidade de água aplicada. Caso contrário, a irrigação pode resultar em poluição e contaminação dos solos pela salinização e sodificação (SILVA et al., 2007).

Chaves et al. (2006), em estudo sobre o risco de degradação de solo irrigado no Ceará ao longo de 28 meses, verificou que a interferência antrópica com utilização da irrigação mais adubações no cultivo de uva promoveu expressivo aumento da condutividade elétrica e da concentração de diversos íons componentes de sais na área sob irrigação em comparação com área de mata nativa. Diversos outros estudos como os de Santana et al. (2003), Porto Filho et al. (2005), Silva et al. (2007) e Garcia et al. (2008), têm mostrado que a aplicação de água de irrigação com salinidade crescente promove aumento da salinidade dos solos.

Fernandes et al. (2009), estudando ao longo de um ano a qualidade físico-química das águas utilizadas para irrigação provenientes de três fontes diferentes no Perímetro Irrigado Cachoeira II, Serra Talhada, PE, verificaram grande variação na qualidade destas águas no que se refere à salinidade e sodicidade. Os autores registraram variações de condutividade elétrica e RAS das águas de 0,20 a 4,58 dS m⁻¹ e de 1,46 a 66,6 (mmol_e L⁻¹)^{0,5}, respectivamente, em que a classificação das águas varia de C2S1 a C4S3, considerando as três fontes estudadas.

Os sais em excesso no solo, na água de irrigação ou na solução nutritiva, prejudicam o comportamento germinativo, vegetativo e produtivo das plantas, pela ação direta sobre o potencial osmótico e íons potencialmente tóxicos (CAVALCANTE, 2000; FREIRE et al., 2003).

O tomate, considerada por Ayers e Westcot (1999) como uma cultura moderadamente sensível a salinidade, é uma hortaliça bastante apreciada no Brasil e produzida em praticamente todos os estados da federação. Pernambuco produziu 165.178.000 kg de tomate na safra 2007 (IBGE, 2008). A região de Serra Talhada, PE, possui indústrias de processamento de tomate e aptidão agrícola para a cultura, o que lhe confere importante papel na economia local, gerando empregos e renda para muitas famílias. Segundo Navarrete e Jeannequin (2000), a cultura do tomate requer muita mão-de-obra principalmente para execução dos tratos culturais, o que chega a representar até 30% do custo total de produção.

Diante do exposto pode-se considerar que no Perímetro Irrigado Cachoeira II, as características das águas da região utilizadas na irrigação podem favorecer o desenvolvimento da salinização e sodificação dos solos reduzindo ou até mesmo impedindo o desenvolvimento das culturas. Desta forma, com uma visão de manejo integrado em áreas salinizadas, esta pesquisa foi desencadeada e teve como objetivo avaliar as alterações químicas de um Neossolo Flúvico do semiárido de Pernambuco cultivado com três cultivares de tomateiro e irrigado com água com diferentes valores de RAS e CE.

Material e métodos

Para a realização desse trabalho utilizou-se amostra de solo do Perímetro Irrigado Cachoeira II, Serra Talhada, sertão de Pernambuco, coordenadas geográficas 38° 17' 54" Longitude Oeste e 7° 59' 31" Latitude Sul. O solo estudado foi classificado como Neossolo Flúvico, textura arenosa e não possuía problemas de salinidade e, ou, sodicidade. A amostra de solo foi coletada na camada 0-30 cm, seca ao ar e peneirada em peneira de malha de 4 mm. Uma subamostra foi retirada, destorroada e peneirada em malha de 2 mm para a realização das análises de caracterização física e química.

As características físicas determinadas no solo antes do experimento foram: composição granulométrica e argila dispersa em água pelo método da pipeta, de acordo com Ruiz (2005); densidade do solo (método da proveta) e densidade de partículas (método do balão volumétrico); calcularam-se, ainda, a porosidade total e o grau de floculação e de dispersão (EMBRAPA, 1997), cujos valores são apresentados na Tabela 1.

Também foram avaliados os seguintes atributos químicos do solo: pH em água (1:2,5); cátions trocáveis (Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺ e K⁺) a pH 7,0 extraídos com acetato de amônio (RICHARDS, 1954), sendo Na⁺ e K⁺ quantificados por fotometria de emissão em chama; Ca²⁺ e Mg²⁺ por espectroscopia de emissão ótica com plasma indutivamente acoplado ICP-OES; capacidade de troca de cátions (CTC) através do método do acetato de sódio/acetato de amônio. A percentagem de sódio trocável (PST) foi calculada conforme Richards (1954). Na Tabela 1 são apresentados os atributos químicos do solo por ocasião da instalação do experimento.

Foi preparada a pasta de saturação do solo e no extrato obtido foram realizadas as medidas de pH e CE, bem como as determinações de Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺ e K⁺ solúveis; Na⁺ e K⁺ foram dosados por fotometria de chama; enquanto Ca²⁺ e Mg²⁺ por ICP-OES; calculando-se a razão de adsorção de sódio (RAS) de acordo com Richards (1954) (TAB. 1).

Tabela 1 - Caracterização física e química do solo estudado antes da condução do experimento

| Caracterização física | | | |
|--|--------|---|-------|
| Atributo | Valor | Atributo | Valor |
| Areia grossa (g kg ⁻¹) | 39,85 | GD ² (%) | 57,06 |
| Areia fina (g kg ⁻¹) | 834,25 | GF ³ (%) | 42,94 |
| Silte (g kg ⁻¹) | 77,00 | Ds ⁴ (g cm ⁻³) | 1,47 |
| Argila (g kg ⁻¹) | 48,90 | Dp ⁵ (g cm ⁻³) | 2,66 |
| ADA ¹ (g kg ⁻¹) | 27,90 | PT ⁶ (%) | 44,74 |
| Caracterização química | | | |
| Complexo sortivo | | Extrato da pasta saturada | |
| pH água (1:2,5) | 7,54 | pH | 7,26 |
| Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³) | 4,98 | CE ⁹ (dS m ⁻¹) | 0,79 |
| Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³) | 1,51 | Ca ²⁺ (mmol _c L ⁻¹) | 0,50 |
| K ⁺ (cmol _c dm ⁻³) | 0,25 | Mg ²⁺ (mmol _c L ⁻¹) | 0,61 |
| Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³) | 0,08 | K ⁺ (mmol _c L ⁻¹) | 4,92 |
| CTC ⁷ (cmol _c dm ⁻³) | 8,61 | Na ⁺ (mmol _c L ⁻¹) | 1,96 |
| PST ⁸ (%) | 0,93 | RAS [(mmol L ⁻¹) ^{0,5}] ¹⁰ | 2,63 |

¹Argila dispersa em água, ²Grau de dispersão, ³Grau de floculação, ⁴Densidade do solo, ⁵Densidade das partículas, ⁶Porosidade total, ⁷Capacidade de troca de cátions, ⁸Porcentagem de sódio trocável, ⁹Condutividade elétrica do extrato de saturação; ¹⁰Razão de adsorção de sódio

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação, empregando-se delineamento experimental de blocos completos casualizados em arranjo fatorial 3 x 6 x 2, com quatro repetições. Foram estudados três cultivares de tomateiro (IPA-7, Redenção e SM-16), seis valores de CE (0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 3,2 e 5,0 dS m⁻¹) e dois de RAS [2 e 20 (mmol L⁻¹)^{0,5}] da água de irrigação.

As águas com diferentes salinidades foram preparadas em laboratório a fim de representar a salinidade média da água encontrada nas fontes hídricas usadas no perímetro (FERNANDES et al., 2009), com valores de CE de 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 3,2 e 5,0 dS m⁻¹ e RAS de 2 e 20 (mmol L⁻¹)^{0,5}, totalizando 12 águas sintéticas. A classificação dessas águas de irrigação é apresentada na Tabela 2, e abrange desde a C1S1 até a C4S3, conforme a classificação sugerida por Richards (1954).

As águas de irrigação foram elaboradas a partir dos sais cloreto de sódio (NaCl) e cloreto de cálcio (CaCl₂), pois, segundo Fernandes et al. (2009), os íons predominantes nas águas usadas para a irrigação da região em estudo, são o sódio e cloreto.

O experimento foi montado em vasos de polietileno com capacidade de 0,008 m³, perfurados na base para instalação de um sistema de drenagem. Durante o desenvolvimento inicial do tomateiro foi realizada aplicação de solução nutritiva de macro e micronutrientes (HOAGLAND; ARNON, 1950) a cada três dias. Os níveis

de macro e micronutrientes desta solução são: 1 mmol L⁻¹ de KH₂PO₄; 5 mmol L⁻¹ de KNO₃; 5 mmol L⁻¹ de Ca(NO₃)₂; 2 mmol L⁻¹ de MgSO₄; 1 mmol L⁻¹ de Fe-EDTA_(ÁCIDO); 0,046 mmol L⁻¹ de H₃BO₃; 0,0092 mmol L⁻¹ de MnCl₂.4H₂O; 0,00076 mmol L⁻¹ de ZnSO₄.7H₂O; 0,00032 mmol L⁻¹ de CuSO₄.5H₂O e 0,00011 mmol L⁻¹ de H₂MoO₄.H₂O. A aplicação das soluções de irrigação teve início quinze dias após o transplante.

As mudas de tomateiro foram preparadas em bandejas de isopor utilizando substrato comercial, sendo o transplante para os vasos realizado quinze dias após a germinação. A irrigação foi realizada até iniciar a drenagem e procedida a cada cinco dias até quinze dias após o transplantio (DAT) das mudas, tendo este intervalo diminuído para três dias até 40 DAT. Após esse período até o final do experimento a irrigação foi realizada diariamente.

O experimento foi conduzido por 65 dias e, ao término deste período, foi coletada uma amostra de solo de cada unidade experimental, sendo seca ao ar, destorroada e peneirada em malha de 2 mm de abertura. Foram preparadas as pastas de saturação do solo e no extrato da pasta foi medido o pH e a CE e determinados os íons Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ e Na⁺ solúveis, calculando-se a razão de adsorção de sódio (RAS), conforme Richards (1954).

Os resultados foram submetidos à análise da variância conforme fatores estudados (cultivares, CE e

Tabela 2 - Águas de irrigação utilizadas no experimento, de acordo com a classificação de águas para irrigação proposta por Richards (1954)

| Água de Irrigação | CE ¹ (dS m ⁻¹) | RAS ² (mmol _c L ⁻¹) ^{0,5} | Classificação | Risco de salinização | Risco de sodificação |
|-------------------|--|--|---------------|----------------------|----------------------|
| 1 | 0,2 | 2 | C1S1 | Baixo | Baixo |
| 2 | 0,5 | 2 | C2S1 | Médio | Baixo |
| 3 | 1,0 | 2 | C3S1 | Alto | Baixo |
| 4 | 2,0 | 2 | C3S1 | Alto | Baixo |
| 5 | 3,2 | 2 | C4S1 | Muito alto | Baixo |
| 6 | 5,0 | 2 | C4S1 | Muito alto | Baixo |
| 7 | 0,2 | 20 | C1S3 | Baixo | Alto |
| 8 | 0,5 | 20 | C2S3 | Médio | Alto |
| 9 | 1,0 | 20 | C3S3 | Alto | Alto |
| 10 | 2,0 | 20 | C3S3 | Alto | Alto |
| 11 | 3,2 | 20 | C4S3 | Muito alto | Alto |
| 12 | 5,0 | 20 | C4S3 | Muito alto | Alto |

1 – Condutividade elétrica, 2 – Razão de adsorção de sódio

RAS) e suas interações. Quando estes foram significativos, aplicou-se o teste de comparação de médias de Tukey a 5% de probabilidade para a variável qualitativa (cultivares) e para a RAS, foram ajustados modelos de regressão para o efeito da CE sobre as variáveis analisadas. Toda a análise estatística foi realizada utilizando o software SAEG 9.1 (SAEG, 2007).

Resultados e discussão

Ao final do experimento, os valores de pH e condutividade elétrica do extrato de saturação do solo, assim como os cátions solúveis e a RAS do extrato de saturação do solo (TAB. 3) não diferiram entre si, entre os cultivares utilizadas. No entanto, a maioria dos cátions solúveis e a RAS do extrato de saturação do solo foi alterada pelo aumento da RAS da água de irrigação, refletindo o potencial da elevada concentração do sódio na água em promover alterações na composição do extrato da pasta saturada e, conseqüentemente, o potencial de sodificação do solo com o uso continuado desta água. Freire et al. (2003), avaliando solos de Pernambuco irrigados com águas de salinidade e sodicidade variáveis, verificaram que as águas de maiores valores de CE e RAS promoviam a salinização e sodificação dos solos.

Os valores de Ca²⁺ e Mg²⁺ solúveis do solo diminuíram bastante quando a RAS da água de irrigação foi aumentada (TAB. 3). Houve um decréscimo nos valores de Ca²⁺ de praticamente cinco vezes em relação ao valor induzido pela RAS de valor igual a 2 (mmol_c L⁻¹)^{0,5}, e para o Mg²⁺, um decréscimo de quase duas vezes. Provavelmente,

isso ocorreu em virtude da maior concentração de Na⁺ nas águas de RAS mais elevada que, causando o aumento na concentração da solução do solo, promoveu a precipitação do cálcio e do magnésio, por serem menos solúveis, fazendo com que as concentrações destes fossem diminuídas no extrato de saturação do solo. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2007), estudando a aplicação de águas de irrigação com dois valores de RAS e oito valores de CE em cinco diferentes solos do Rio Grande do Norte cultivados com meloeiro.

Tanto para a água de RAS 2 (mmol_c L⁻¹)^{0,5} como para a água de RAS 20 (mmol_c L⁻¹)^{0,5}, um expressivo aumento no Na⁺ solúvel pôde ser verificado em relação à condição inicial do solo, e quando foi aplicada a água de RAS 20 (mmol_c L⁻¹)^{0,5} ocorreu aumento do Na⁺ solúvel do solo da ordem de mais de 20 vezes. Esta elevação do teor de Na⁺ e a redução dos de Ca²⁺ e Mg²⁺ provocou um significativo aumento da RAS do extrato de saturação do solo em estudo, passando de 2,63 antes do experimento (TAB. 1) para 20,04, um valor quase 10 vezes superior, no tratamento em que foi aplicada água de RAS 20 (mmol_c L⁻¹)^{0,5}, o que pode promover o risco de sodificação do solo. Resultados semelhantes foram obtidos por Cavalcante et al. (2005), estudando solos cultivados com dois cultivares de algodão sob irrigação com águas salinas; Silva et al. (2007) também verificaram valores crescentes da RAS do extrato de saturação do solo com o aumento da salinidade e sodicidade da água de irrigação; Pessoa (2009), em estudo com dois Neossolos Flúvicos do semiárido de Pernambuco, que verificou aumento da RAS do extrato de saturação do solo com o aumento da RAS da água de irrigação.

Tabela 3 - Valores médios de pH, condutividade elétrica (CE), Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺ e relação de adsorção de sódio (RAS) do extrato da pasta saturada em função do cultivar e da RAS da água de irrigação

| Variável | pH | CE | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | K ⁺ | Na ⁺ | RAS |
|--|--------|--------------------|-----------------------------------|------------------|----------------|-----------------|---------|
| | | dS m ⁻¹ | mmol _c L ⁻¹ | | | | |
| Cultivar | | | | | | | |
| IPA-7 | 7,08 A | 5,02 A | 16,02 A | 3,34 A | 0,70 A | 26,97 A | 11,98 A |
| Redenção | 6,99 A | 4,95 A | 16,94 A | 3,17 A | 0,67 A | 26,14 A | 12,36 A |
| SM-16 | 7,12 A | 4,81 A | 14,37 A | 2,87 A | 0,58 B | 25,60 A | 12,32 A |
| RAS [(mmol _c L ⁻¹) ^{0,5}] | | | | | | | |
| 2 | 6,99 A | 4,87 A | 25,90 A | 3,97 A | 0,66 A | 13,10 B | 4,40 B |
| 20 | 7,13 A | 4,98 A | 5,38 B | 2,28 B | 0,62 A | 39,37 A | 20,04 A |
| CV (%) | 6,67 | 29,68 | 38,57 | 50,86 | 24,38 | 30,16 | 20,40 |

Médias seguidas de mesma letra na vertical dentro de Cultivar e RAS não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância

Os valores de pH e CE do extrato de saturação do solo e K⁺ solúvel (TAB. 3), não foram significativamente alterados em função da RAS da água de irrigação; no entanto, verifica-se um ligeiro decréscimo dos valores de pH. É possível constatar que ocorreu um expressivo aumento da CE em relação à condição inicial do solo (TAB. 1), tanto quando foi aplicada a água de RAS igual a 2 (mmol_c L⁻¹)^{0,5} como a de RAS igual a 20 (mmol_c L⁻¹)^{0,5}, este aumento foi suficiente para o solo passar a ser classificado como salino de acordo com a classificação proposta por Richards (1954). Estes dados estão de acordo com os obtidos por Pessoa (2009) que, em estudo com dois Neossolos Flúvicos originários da mesma área, não verificou alterações de pH e CE do extrato de saturação do solo com o aumento da RAS da água de irrigação.

Foram ajustados modelos para prever a concentração dos cátions solúveis em função da CE para a RAS 2 (mmol_c L⁻¹)^{0,5} e RAS 20 (mmol_c L⁻¹)^{0,5} (FIG. 1 e TAB. 4). Para todos os cátions solúveis foram ajustados modelos matemáticos, com coeficientes de determinação adequados. É possível observar que houve elevação dos cátions solúveis com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação tanto para a RAS 2 (mmol_c L⁻¹)^{0,5}, quanto para a RAS 20 (mmol_c L⁻¹)^{0,5}. Utilizando a água de irrigação de RAS igual a 2 (mmol_c L⁻¹)^{0,5} houve predominância do íon Ca²⁺, seguida de Na⁺, Mg²⁺ e por fim do K⁺. Neste caso, a predominância do Ca²⁺ em relação aos outros cátions se deve ao fato de que como a água de irrigação tem valores combinados de CE e RAS, e foram preparadas a partir dos sais CaCl₂ e NaCl a proporção Ca²⁺ e Na⁺ na água de irrigação varia em função das quantidades dos sais adicionados à água. No preparo da água de RAS igual a 2 (mmol_c L⁻¹)^{0,5} utiliza-se

proporcionalmente mais Ca²⁺ do que Na⁺ e, conseqüentemente, induz a uma maior concentração de Ca²⁺.

Quando se utilizou a água de irrigação de RAS igual a 20 (mmol_c L⁻¹)^{0,5}, ocorreu a predominância de Na⁺, seguido de Ca²⁺, Mg²⁺ e K⁺, neste caso a proporção de Na⁺ para preparar a água de RAS igual a 20 (mmol_c L⁻¹)^{0,5} foi maior do que a de Ca²⁺, esperando-se que no extrato de saturação fosse maior a concentração de Na⁺ do que a de Ca²⁺, como de fato ocorreu. Já o aumento dos teores de Mg²⁺ e K⁺ no extrato de saturação com a elevação da CE, possivelmente, está relacionado ao deslocamento destes cátions do complexo de troca pelo Ca²⁺ e pelo Na⁺ provenientes da água de irrigação. Resultados semelhantes foram encontrados por Cavalcante et al. (2005) e Silva et al. (2007).

Ao final do experimento (65 dias após transplante), nos tratamentos em que foi utilizada a água de irrigação de RAS igual a 2 (mmol_c L⁻¹)^{0,5} e nos de água com RAS igual a 20 (mmol_c L⁻¹)^{0,5}, a CE do extrato de saturação do solo aumentou linearmente com o aumento da CE da água de irrigação (FIG. 2A e TAB. 5). Os valores da CE do extrato foram muito próximos para o uso de ambas as águas, refletindo o potencial das águas de salinizar o solo, sendo a água de CE igual a 5,0 dS m⁻¹ a que promoveu o maior incremento da CE do extrato de saturação do solo (CE ≈ 10,5 dS m⁻¹ para a água de RAS 2 (mmol_c L⁻¹)^{0,5}, CE ≈ 9,70 dS m⁻¹ para a água de RAS 20 (mmol_c L⁻¹)^{0,5}) tornando o solo salino de acordo com a classificação proposta por Richards (1954).

Isso pode ser explicado pela adição dos sais presentes na água de irrigação. Em estudo sobre a resposta fisiológica do tomateiro a irrigação

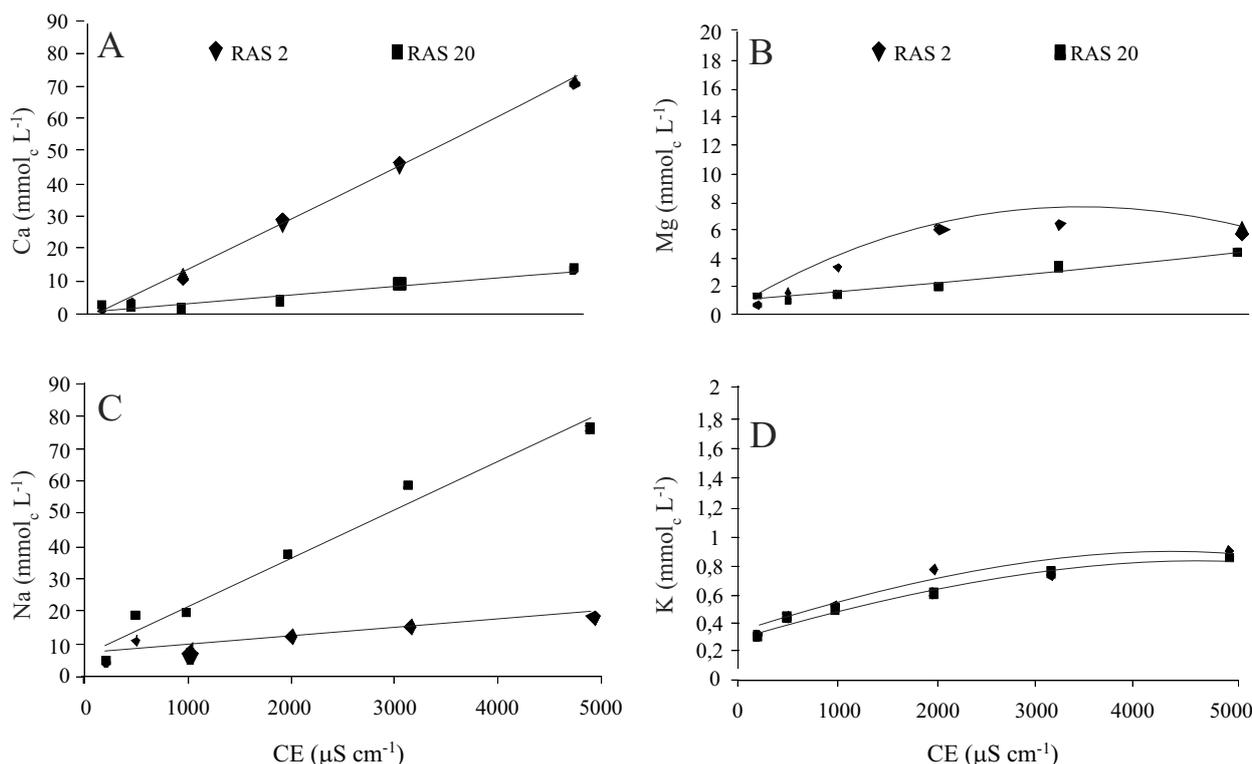


Figura 1 - Teores de Ca^{2+} (A), Mg^{2+} (B), Na^+ (C) e K^+ (D) no extrato da pasta saturada de Neossolo Flúvico em função da CE da água de irrigação, para os valores de RAS 2 e 20 ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$)^{0,5}

Tabela 4 - Equações de regressão ajustadas aos dados de elementos solúveis no extrato de saturação da pasta em função da CE da água de irrigação para os valores de RAS 2 e 20 ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$)^{0,5}

| Elemento | Equações de regressão | | R ² |
|---|--|--|----------------|
| | RAS 2 ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$) ^{0,5} | | |
| Ca^{2+} | $\hat{Y} = -3,4644 + 0,01480***X$ | | 0,9987 |
| Mg^{2+} | $\hat{Y} = -0,1650 + 0,004167***X - 0,0000006107**X^2$ | | 0,9853 |
| Na^+ | $\hat{Y} = 7,1833 + 0,002981**X$ | | 0,8291 |
| K^{2+} | $\hat{Y} = 0,3344 + 0,00204**X - 0,0000002725X^2$ | | 0,9295 |
| RAS 20 ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$) ^{0,5} | | | |
| Ca^{2+} | $\hat{Y} = 0,4915 + 0,002466***X$ | | 0,9292 |
| Mg^{2+} | $\hat{Y} = 0,8653 + 0,0007133***X$ | | 0,9598 |
| Na^+ | $\hat{Y} = 7,7681 + 0,01594***X$ | | 0,9743 |
| K^{2+} | $\hat{Y} = 0,3292 + 0,0002167*X - 0,00000001934*X^2$ | | 0,9808 |

(* , ** , *** - Significativo ao nível de 5, 1 e 0,1%, respectivamente). As curvas referentes a estas equações encontram-se na Figura 2

salina em longo prazo Maggio et al. (2004) relatam comportamento da CE semelhante ao ocorrido neste estudo. Podem corroborar esses dados também, os resultados obtidos por Dias et al. (2004); Alencar et al. (2003) e Gervásio et al. (2000). Já os valores de pH do extrato de saturação do solo não diferiram entre si, em função do aumento da CE da água de irrigação aplicada, não sendo possível o ajuste de modelos matemáticos (FIG. 2B e TAB. 5). Resultados semelhantes foram encontrados por Maggio et al. (2004).

Quando foi utilizada a água de irrigação com RAS igual a 2 ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$)^{0,5} não foi observada modificação significativa na RAS do solo em função do aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, não sendo possível o ajuste de nenhum modelo matemático. Por outro lado, a RAS do solo foi sensivelmente alterada quando se utilizou a água de irrigação de RAS igual 20 ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$)^{0,5} (FIG. 2C). Este fato pode ser explicado pela maior proporção de Na^+ em relação ao Ca^{2+} na água de irrigação de RAS 20 ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$)^{0,5}, isto eleva a concentração de Na^+ solúvel no solo e faz com que os valores da RAS do solo, calculada a partir dos dados de Na^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} solúveis, tenham acréscimos com o aumento da salinidade da água de irrigação. Resultados

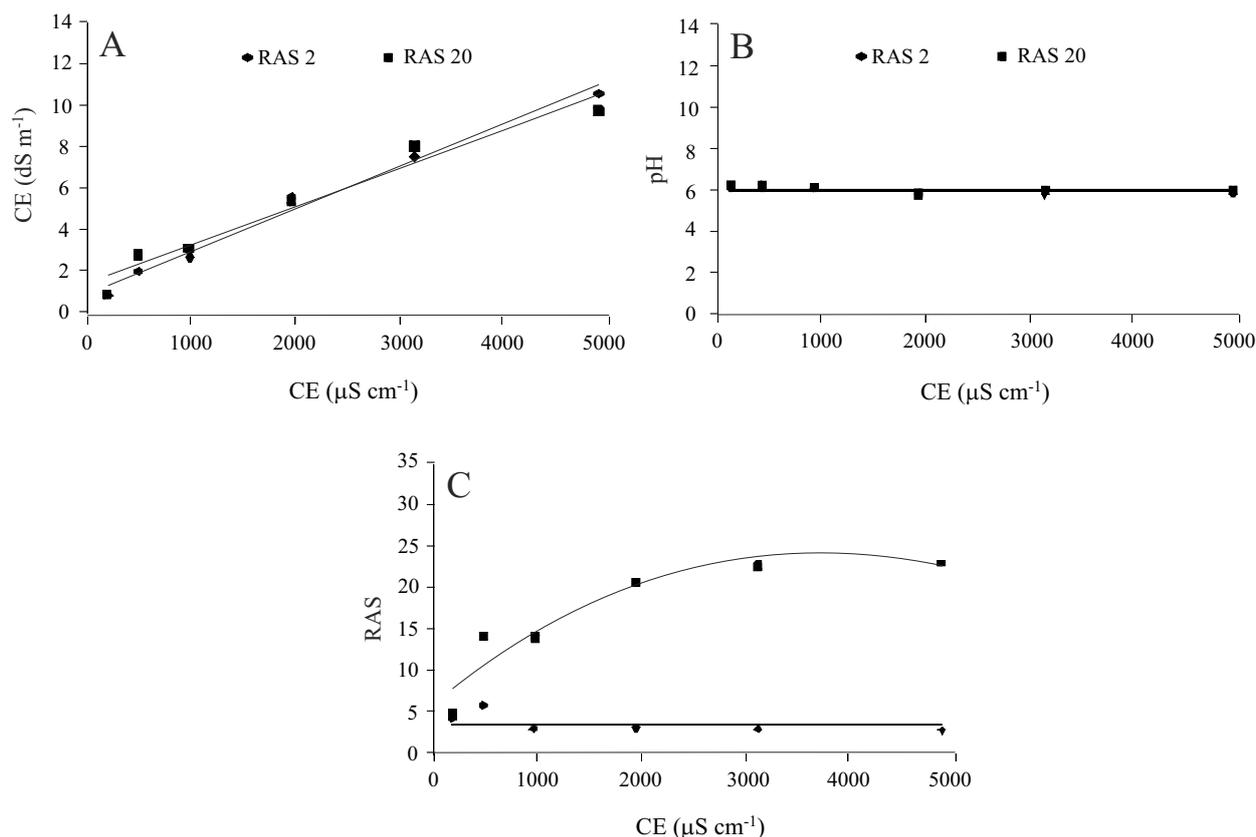


Figura 2 - Condutividade elétrica (A), pH do extrato de saturação (B) e relação de adsorção de sódio (C) de Neossolo Flúvico em função da CE da água de irrigação, nos valores de RAS de 2 e 20 ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$)^{0,5}

Tabela 5 - Equações de regressão ajustadas para CE, pH e RAS de Neossolo Flúvico em função da CE da água de irrigação para os valores de RAS 2 e 20 ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$)^{0,5}

| Elemento | Equações de regressão | |
|---|--|--------|
| | RAS 2 ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$) ^{0,5} | |
| CE | $\hat{Y} = 0,9077 + 0,001996***X$ | 0,9869 |
| pH | $\hat{Y} = \bar{X}$ | - |
| RAS | $\hat{Y} = \bar{X}$ | - |
| RAS 20 ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$) ^{0,5} | | |
| CE | $\hat{Y} = 1,4136 + 0,001798***X$ | 0,9575 |
| pH | $\hat{Y} = \bar{X}$ | - |
| RAS | $\hat{Y} = \bar{X}$ | - |

*, *** - Significativo ao nível de 5 e 0,1%, respectivamente. As curvas referentes a estas equações encontram-se na Figura 2

semelhantes foram encontrados por Garcia et al. (2008), estes autores estudando as alterações químicas de dois

solos pela aplicação de água com salinidade crescente verificaram que a RAS do solo aumentou com o aumento da salinidade da água de irrigação. Barbosa et al. (2005) também encontraram acréscimos na RAS do solo a medida que aumentou o nível de salinidade da água de irrigação aplicada em um Argissolo Amarelo.

Conclusões

1. Os cultivares de tomateiro utilizadas não promovem alterações na CE, pH e RAS do extrato de saturação do solo e nos cátions Ca^{2+} , Mg^{2+} e Na^{+} ;
2. O aumento da salinidade, tanto da água de irrigação de RAS igual 2 ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$)^{0,5} como da água de RAS igual a 20 ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$)^{0,5} promovem aumentos nos teores de Ca^{2+} , Na^{+} e pequenos incrementos nos teores de Mg^{2+} e K^{+} ;
3. A CE do extrato de saturação do solo aumenta linearmente com o aumento da CE das águas de irrigação tanto para

a de RAS igual a 2 ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$)^{0.5} como para a de RAS igual a 20 ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$)^{0.5};

4. Somente o aumento da salinidade da água de irrigação de RAS igual a 20 ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$)^{0.5} promove incremento da RAS do extrato de saturação do solo.
5. Para se cultivar a cultura do tomate com aplicação de água via irrigação no Perímetro Irrigado Cachoeira II, se faz necessário a adoção de medidas de manejo e controle da salinidade e, ou, sodicidade. Caso contrário, os processos de salinização e sodificação do solo serão intensificados.

Referências

- ALENCAR, R. D. *et al.* Crescimento de cultivares de melão amarelo irrigadas com águas salinas. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 07, n. 02, p. 221-226, 2003.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1999. 218 p. (Estudos FAO Irrigação e Drenagem, 29).
- BARBOSA, S. C. S. *et al.* Crescimento e absorção de nutrientes em bananeira irrigada com águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 09, p. 343-346, 2005. Suplemento.
- CAVALCANTE, I. H. L. *et al.* Crescimento e produção de duas cultivares de algodão irrigadas com águas salinizadas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 09, p. 108-111, 2005. Suplemento.
- CAVALCANTE, L. F. **Sais e seus problemas nos solos irrigados**. 2000. 72 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Solos e Nutrição de Plantas). Centro de Ciências Agrícolas – Universidade Federal da Paraíba. Areia.
- CHAVES, L. C. G. *et al.* Risco de degradação em solo irrigado do distrito de irrigação Araras Norte, Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 03, p. 292-298, 2006.
- DIAS, N. S. *et al.* Evolução da salinidade em Argissolo sob cultivo de melão irrigado por gotejamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 08, n. 02/03, p. 240-246, 2004.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212 p.
- FERNANDES, J. G. *et al.* Qualidade físico-químicas das águas utilizadas no perímetro irrigado Cachoeira II, Serra Talhada, Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 04, n. 01, p. 27-34, 2009.
- FREIRE, M. B. G. dos S. *et al.* Estimativa do risco de sodificação de solos de Pernambuco pelo uso de águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 07, n. 02, p. 227-232, 2003.
- GARCIA, G. O. *et al.* Alterações químicas de dois solos irrigados com água salina. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 01, p. 7-18, 2008.
- GERVÁSIO, E. S.; CARVALHO, J. A.; SANTANA, M. J. de. Efeito da salinidade da água de irrigação na produção da alface americana. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 04, n. 01, p. 125-128, 2000.
- HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The Water-cultured method for growing plants without soil**. California: California Agricultural Experiment Station, 1950. 32 p. (Circular, 347).
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Levantamento Sistemático de Produção Agrícola**. 2008. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/servidor_arquivos_est/. Acesso em: 24 nov. 2008.
- MAGGIO, A. *et al.* Physiological response of tomato to saline irrigation in long-term salinized soils. **European Journal of Agronomy**, v. 21, n. 02, p. 149-159, 2004.
- NAVARRETE, M; JEANNEQUIN, B. Effect of frequency of axillary but pruning on vegetative growth and fruit yield in greenhouse tomato. **Scientia Horticulturae**, v. 86, n. 03, p. 197-210, 2000.
- PESSOA, L. G. M. **Desenvolvimento de Cebola e atributos químicos de dois Neossolos Flúvicos irrigados com águas salinas**. 2009. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- PORTO FILHO, F. de Q. *et al.* Salinidade do solo e produção do meloeiro irrigado com águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, p. 353-358, 2005. Suplemento.
- RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. U. S. Dep. Agric. Handbook 60 Washington., U. S. Government Printing, Office, D. C., 1954. 160 p.
- RUIZ, H. A. Incremento da exatidão da análise granulométrica do solo por meio da coleta da suspensão (silte + argila). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 297-300, 2005.
- SAEG - **Sistema para Análises Estatísticas**: Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes, UFV, Viçosa, MG, 2007.
- SANTANA, M. J. *et al.* Efeito da irrigação com água salina em um solo cultivado com o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 02, p. 443-450, 2003.
- SILVA, M. O. *et al.* Risco de salinização em quatro solos do Rio Grande do Norte sob irrigação com águas salinas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 02, n. 01, p. 08-14, 2007.
- VIANA, S. B. A. *et al.* Produção de alface em condições de salinidade a partir de mudas produzidas com e sem estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 05, n. 01, p. 60-66, 2001.