

ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO EM ÁREA CULTIVADA COM MILHO SOB IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA

Valdécio Dos Santos Rodrigues¹, Geocleber Gomes de Sousa², Sâmama Ester Lima Saraiva³, Edvaldo Renner da Costa Cardoso⁴, João Valdenor Pereira Filho⁵, Thales Vinícius de Araújo Viana⁶

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o impacto do uso da água de diferentes salinidades sobre as alterações químicas de um Argissolo vermelho Amarelo cultivado com plantas de milho. O estudo foi conduzido em campo, no período de agosto a dezembro de 2017, na Fazenda experimental da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Redenção-CE. O delineamento utilizado foi blocos ao acaso, com cinco níveis de salinidade da água de irrigação (1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 dS m⁻¹), quatro repetições cada. Aos 110 dias após o plantio foram coletadas amostras simples de solo, de cada unidade experimental e foram avaliadas a condutividade elétrica do solo, pH da solução do solo, teores de cálcio, magnésio, potássio, sódio e percentagem de sódio trocável. A concentração dos sais da água de irrigação em níveis crescentes até 5 dS m⁻¹ reduziu os teores de cálcio e potássio da solução do solo, porém aumentou a salinidade, o teor de sódio e percentagem do sódio trocável do solo. O teor de magnésio e o pH da solução do solo não foram influenciados pelo aumento da salinidade da água até a condutividade elétrica de 5 dS m⁻¹.

Palavras-chave: *zea mays*, estresse salino, condutividade elétrica

CHEMICAL ATTRIBUTES OF SOIL IN CULTIVATED AREA WITH MAIZE UNDER IRRIGATION WITH SALINE WATER

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the impact of the water use of different salinities on the chemical alterations of a Red Yellow Argisol cultivated with corn plants. The study was conducted in the field from August to December 2017 at the Experimental Farm of the University of International Integration of Afro-Brazilian Lusophony (UNILAB), Redenção-CE. A randomized

¹Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil, e-mail: valdeciorodrigues@hotmail.com

² Prof. Dr., Bolsista de Produtividade da FUNCAP, Instituto de Desenvolvimento Rural, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, CE, Brasil, e-mail:sousagg@unilab.edu.br

³ Graduanda em Agronomia, IC Funcap, Instituto de Desenvolvimento Rural, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, CE, Brasil, e-mail: estersaraiva21@gmail.com

⁴ Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil, edvaldorcardoso@hotmail.com

⁵ Prod. Dr., Universidade Estadual do Piauí, Uruçuí, PI, Brasil, joao_valdenor@hotmail.com

⁶ Prof. Dr., Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ce, Brasil, e-mail: thales@ufc.br

complete block design with five irrigation water salinity levels (1.0, 2.0, 3.0, 4.0 and 5.0 dS m⁻¹) was used, four replications each. At 110 days after planting, simple soil samples were collected from each experimental unit and the soil electrical conductivity, soil solution pH, calcium, magnesium, potassium, sodium and percentage of exchangeable sodium were evaluated. The concentration of the salts of the irrigation water in increasing levels up to 5 dS m⁻¹ reduced the calcium and potassium contents of the soil solution, but increased the salinity, the sodium content and the percentage of exchangeable sodium in the soil, making the soil limited to agricultural production. The magnesium content and the pH of the soil solution were not influenced by the increase of the water salinity to the electrical conductivity of 5 dS m⁻¹, which can cause difficulties for the plant to develop.

Keywords: *zea mays*, saline stress, electric conductivity

INTRODUÇÃO

Na região semiárida do Nordeste Brasileiro o incremento na produção da cultura depende muito da irrigação, devido à baixa precipitação nessas regiões. Em muitos casos a água utilizada é de baixa qualidade, isto é, com a presença de sais que podem ocasionar diversos problemas no crescimento e desenvolvimento da planta (ALMEIDA et al., 2010). A salinidade é um estresse abiótico limitante do crescimento e produtividade das plantas em todo o mundo (SILVA JUNIOR et al., 2012).

Embora a irrigação seja muito importante para a atividade agrícola, pois, possibilita uma produção de qualidade e em maiores proporções, a sensibilidade das culturas aos sais da água de irrigação e do solo fazem com que se realize pesquisas no campo para solucionar ou amenizar os efeitos deletérios da salinidade às plantas, já que é quase inevitável a utilização de águas salinas na agricultura em regiões semiáridas (PEDROTTI et al., 2015).

Essa água de baixa qualidade usada na irrigação pode ocasionar diversos problemas no solo depois de evaporadas, devido ao acúmulo de sais no solo, especialmente sob a forma de cloreto de sódio, quando estes sais não são lixiviados para as profundidades superiores (LIMA et al., 2017).

Em solos de drenagem deficiente esta salinização é acelerada, alterando os atributos

físicos e químicos do solo (PEDROTTI et al., 2015).

Lacerda et al. (2011) trabalhando com quatro níveis de salinidade da água de irrigação em um Argissolo Vermelho Amarelo, observaram aumento do pH, da condutividade elétrica do solo, da relação de adsorção de sódio e da percentagem de sódio trocável. Essa evidência também foi constatada por Pereira Filho et al. (2018) ao utilizarem águas salinas na irrigação do feijoeiro.

Ambos os autores citados verificaram que o aumento da concentração de sais da água de irrigação reduziu o pH da solução do solo e aumentou a condutividade elétrica do solo. Holanda Filho et al. (2011) observaram que os valores de cálcio na profundidade de 0-20 cm foram menores nos tratamentos que receberam água salina. Resultados opostos foram verificados por Gonçalves et al. (2011), onde o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação causou elevação dos cátions solúveis. Cucci e Lacolla (2013) relataram que o maior nível de sais na água de irrigação resultou em salinização progressiva e sodificação do solo, com valores decrescentes do topo para as camadas profundas do solo.

Portanto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o impacto do uso da água de diferentes salinidades sobre as alterações químicas de um solo cultivado com plantas de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em campo no período de agosto a outubro de 2017 na fazenda experimental da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), localizada no município de Redenção, Ceará, nas seguintes coordenadas geográficas: latitude de 04°14'53"S, longitude de 38°45'10"W e altitude média de 240 m. De clima tipo BSh', que significa temperatura muito quente, com chuvas predominantes nas estações do verão e outono (ALVARES et al., 2013). A região apresenta precipitação média anual de 1.086 mm, temperatura média do ar de 26 °C e umidade relativa média do ar de 71,3%. Durante o experimento a precipitação média dos meses de agosto a dezembro foi de 11 mm, a umidade relativa de 70,41% e a temperatura de 27,3 °C. Para avaliação das análises químicas do solo, amostras foram coletadas na profundidade de 0-20 cm, antes da aplicação dos tratamentos na área do experimento e encaminhadas ao Laboratório de Solo e Água do Departamento de Ciências do Solo/UFC para as análises químicas seguindo a metodologia recomendada por Embrapa (1997).

A partir da análise do solo, verificou-se as seguintes características químicas: N = 0,92 mg dm⁻³; P = 8,0 cmol_c dm⁻³; K⁺ = 0,3 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺ = 2,7 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 2,1 cmol_c dm⁻³; Na⁺ = 0,03 cmol_c dm⁻³; Al³⁺ = 0,05 cmol_c dm⁻³; H + Al³⁺ = 1,82 cmol_c dm⁻³; SB = 5,1 cmol_c dm⁻³; CTC = 7 cmol_c dm⁻³; CEes = 0,23 dS m⁻¹ e pH em água = 6,0. Quanto à textura, o solo é caracterizado como franco arenoso com densidade de 1,3 kg dm⁻³. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com cinco níveis de salinidade da água de irrigação (1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 dS m⁻¹) quatro repetições cada. A semeadura foi feita manualmente no espaçamento de 1,0 m entre as linhas de plantio e 0,3 m entre plantas. Aos oito dias após a semeadura (DAS) iniciou-se as irrigações com água de diferentes níveis salinos. A quantidade de água aplicada foi calculada com base no coeficiente da cultura

(Kc) e a evapotranspiração de referência (ET₀) (DOORENBOS; KASSAM, 1994), estimada pelo método do tanque classe A, instalado próximo a área experimental, com um turno de rega de 2 dias. As águas salinas foram preparadas utilizando os sais de NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O, na proporção de 7:2:1, obedecendo-se a relação entre a condutividade elétrica da água (CEa) e sua concentração (mmolc L⁻¹ = CE x 10), de acordo com Rhoades et al., (2000). Para a irrigação foram utilizados gotejadores com uma vazão de 8 L h⁻¹, espaçados a 0,60 m, isto é, um gotejador para 2 plantas e o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) avaliado foi de aproximadamente 90%. O tempo de irrigação foi estimado a partir da Eq. 1;

$$Ti = \frac{ET_c \times Ep}{Ea \times q} \times 60 \quad (1)$$

Em que: Ti = Tempo de irrigação (min); ET_c = Evapotranspiração da cultura (mm); Ep = espaçamento entre gotejadores; Ea = Eficiência de aplicação (0,9) e q = vazão (L h⁻¹). Na lâmina a ser aplicada acrescentou-se uma fração de lixiviação de 0,15 (AYERS; WESTCOT, 1999). Ao final do ciclo da cultura, 110 dias após a semeadura - DAS, foram coletadas amostras simples de solo, de cada unidade experimental. O material foi acondicionado em sacos de polietileno etiquetados e enviado para o Laboratório de Solo e Água do Departamento de Ciências do Solo/UFC. Os atributos químicos do solo analisados foram: condutividade elétrica do solo, pH da solução do solo, teores de cálcio, magnésio, potássio, sódio e percentagem de sódio trocável no solo. Os resultados foram submetidos à análise de variância e regressão, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey com p < 0,05, utilizando o programa Assistat 7.7 Beta (SILVA; AZEVEDO, 2009). Na análise de regressão, as equações que melhor se ajustaram aos dados foram selecionadas com base na significância dos coeficientes de regressão nos níveis de significância de 1 e 5% pelo teste F e no maior coeficiente de determinação (R²).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se na Tabela 1, a partir da análise de variância, que a condutividade elétrica do solo, teor de cálcio, potássio, sódio

e percentagem de sódio trocável foram influenciados significativamente pela salinidade ($p \leq 0,01$) e ($p \leq 0,05$); enquanto que o pH e o magnésio, não foram influenciados pelos tratamentos.

Tabela 1. Resumo da análise de variância, pelo valor do quadrado médio, para os dados de condutividade elétrica (CEes), potencial hidrogeniônico (pH), cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), sódio (Na) e a percentagem de sódio trocável (PST) do solo cultivado com plantas de milho irrigadas com água de diferentes salinidades.

FV	GL	Quadrado médio						
		CEes	pH	Ca	Mg	K	Na	PST
Blocos	3	0,134 ^{ns}	0,008 ^{ns}	0,926 ^{ns}	0,395 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,008 ^{ns}	0,311 ^{ns}
Tratamento	4	0,566 ^{**}	0,059 ^{ns}	2,4 [*]	0,794 ^{ns}	0,005 ^{**}	0,134 ^{**}	23,24 ^{**}
Resíduo	12	0,378	0,071	0,652	0,353	0,0008	0,003	0,589
Total	19							
MG		0,86	6,27	4,69	2,03	0,22	0,67	7,47
CV (%)		22,7	4,24	17,21	29,33	13,26	8,52	10,28

FV= fonte de variação; GL= graus de liberdade; CV= coeficientes de variação; ^{ns} – Não significativo, ^{**} - Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F e ^{*} - Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

A condutividade elétrica do solo aumentou significativamente com o teor salino da água de irrigação, sendo o modelo linear crescente o que melhor representou os dados desta variável. Os valores estimados para a CEes no tratamento de maior nível salino (5 dS m⁻¹

¹) foram em média 3,2 vezes maior do que o valor encontrado no menor nível salino – 1,0 dS m⁻¹ (Figura 1). O caráter salino do solo foi elevado em 0,2 dS m⁻¹ por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação.

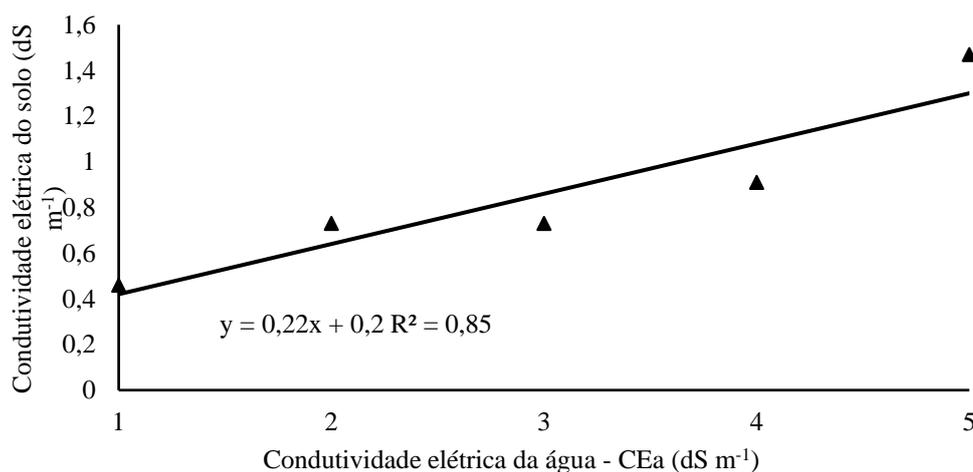


Figura 1. Condutividade elétrica do solo (CEes) irrigado sob águas de diferentes salinidades ao 110 após o plantio.

Vale sublinhar, que o acúmulo de sais no solo provoca a redução dos fatores morfológicos da planta, além de afetar o

desenvolvimento das raízes da cultura (MUNNS; GILLIHAM, 2015; PEDROTI et al., 2015). Em estudo sobre

salinização/sodificação do solo e dinâmica fisiológica de girassol, Ashraf et al., (2016) relataram que a irrigação com água salina-sódica levou ao acúmulo de sais no solo e causou um aumento de 165% da CE no solo. Resultados semelhantes são apresentados por Gonçalves et al. (2011), Silva et al., (2011), Linhares et al. (2013) e Hassanli e Ebrahimian, (2016), ao verificarem que houve aumento da condutividade elétrica do solo com o aumento da concentração de sais na água de irrigação. Almaroai et al. (2014) também verificaram aumento nos valores de CEes com a irrigação de água salina em comparação com a água deionizada em

plantas de milho cultivadas em vasos durante 21 dias. Esse resultado pode ser explicado pela alta concentração de NaCl (0,3%) em água salina. Na Figura 2, observa-se que o cálcio diminuiu com o teor salino da água de irrigação, sendo o modelo linear decrescente o que melhor se ajustou aos dados desta variável.

O solo apresentou menores valores nos teores de cálcio com adição dos sais na água de irrigação (Figura 2), onde se constataram decréscimos lineares de 7,17% por aumento unitário da CEa para o cálcio em função do aumento da condutividade elétrica da água (CEa).

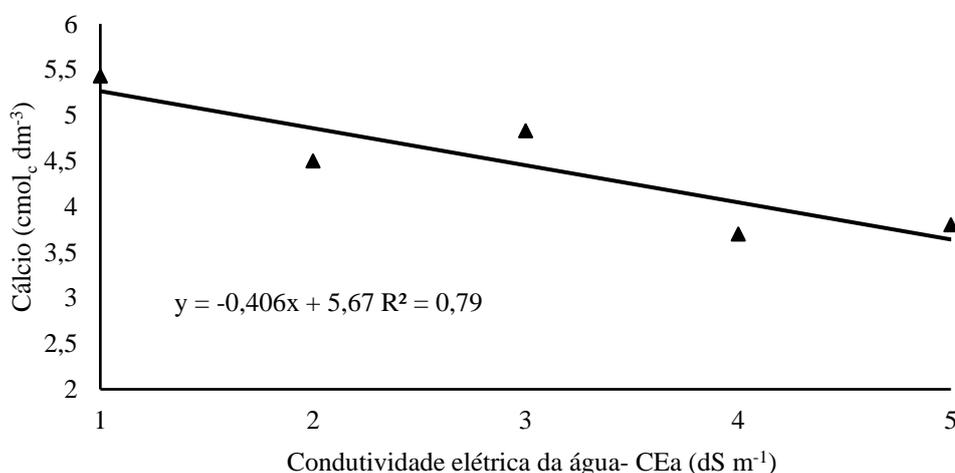


Figura 2. Teores do cálcio no solo (CEes) irrigado sob águas de diferentes salinidades ao 110 após o plantio.

Dias et al. (2015) irrigando o solo com água de 4,5 ds m⁻¹ constaram redução nos teores de cálcio aos 117 dias. Holanda Filho et al. (2011) trabalhando com mandioca (*Manihot esculenta*) também verificaram maiores teores de cálcio no solo na profundidade de 0-0,20 m nos tratamentos que não receberam água salina. Os mesmos autores citam que provavelmente, nos tratamentos nos quais ocorreu a aplicação de água salina, o cálcio tenha precipitado na forma de cloreto, já que a água salina utilizada na irrigação teve elevado teor de cloro.

A redução nos teores de cálcio pode prejudicar a estabilidade dos agregados dos solos, já que este cátion, juntamente com o magnésio (Mg²⁺) têm importante papel na

agregação do solo fazendo pontes entre a superfície da argila e compostos orgânicos (CORRÊA et al., 2009).

Resultados contrários ao presente trabalho foram reportados por Gonçalves et al. (2011) estudando alterações químicas de um Neossolo Flúvico irrigado com águas salinas durante 65 dias e por Linhares et al. (2013) em um Argissolo cultivado com berinjela irrigado com água de diferentes salinidades.

O teor de potássio foi influenciado negativamente pela salinidade da água de irrigação (Figura 3) se ajustando ao modelo linear, com decréscimos na média de 4,17% para a CEa de 2 e 3 dS m⁻¹ e 25% para a CEa 4 e 5 dS m⁻¹ em relação a água de baixa concentração salina (1 dS m⁻¹). A redução do

K^+ pode estar relacionada ao fato de ser um dos nutrientes absorvido em maiores

quantidades pela cultura milho (VIEIRA et al., 2016).

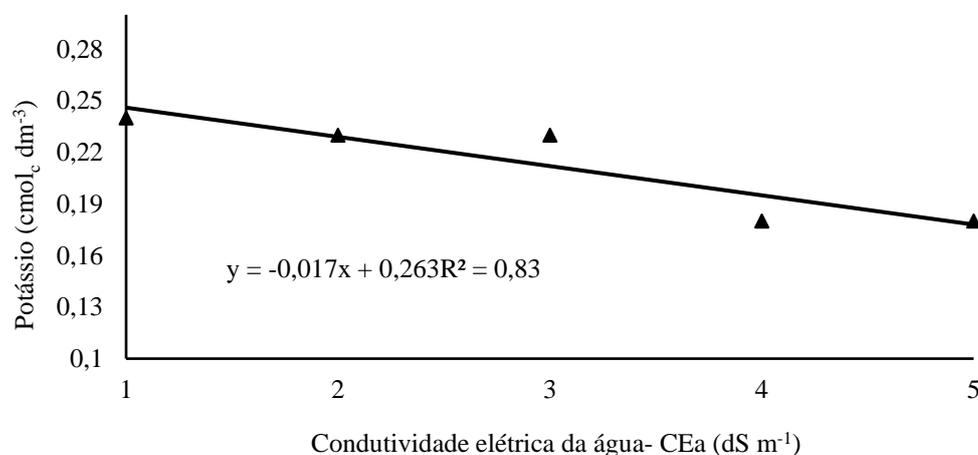


Figura 3. Teores de potássio no solo (CEes) irrigado sob águas de diferentes salinidades ao 110 após o plantio.

O potássio é um elemento de grande importância no solo, pois é um elemento requerido em grandes proporções pelas plantas, onde desempenha diversas funções fisiológicas, como a fotossíntese e a transpiração (NOVAIS et al., 2007). Gonçalves et al. (2011) encontraram resultados opostos ao presente trabalho, citando que o teor de potássio aumentou no extrato da pasta saturada do solo com o aumento da salinidade da água, devido possivelmente ao deslocamento deste cátion do complexo de troca pelo Ca^{2+} e pelo Na^+ provenientes da água de irrigação.

Da mesma forma, Linhares et al. (2013) também observaram aumento linear do potássio no solo a medida que se aumentava a salinidade da água atingindo $0,49 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ na água de 6 dSm^{-1} . Os

autores relatam que aumento no acúmulo de potássio no solo pode ser atribuído, em parte, a menor absorção de K^+ pelas plantas, devido ao efeito antagônico dos íons Na^+ e Mg^{2+} . Os teores de sódio foram superiores nos tratamentos que receberam maiores concentrações salinas, devido à grande concentração deste elemento na água utilizada para irrigação (Figura 4).

Pode-se constatar que houve um incremento de 127% nos teores de sódio na água de baixa de salinidade (1 dS m^{-1}) para a água de alta salinidade (5 dS m^{-1}). O teor de sódio aumentou de $0,37 \text{ cmol dm}^{-3}$ na água de 1 ds m^{-1} para $0,87 \text{ cmol dm}^{-3}$ na água de 5 ds m^{-1} . Resultados similares foram encontrados por Ashraf et al. (2016) em solo cultivado com girassol irrigado com água salina.

ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO EM ÁREA CULTIVADA COM MILHO SOB IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA

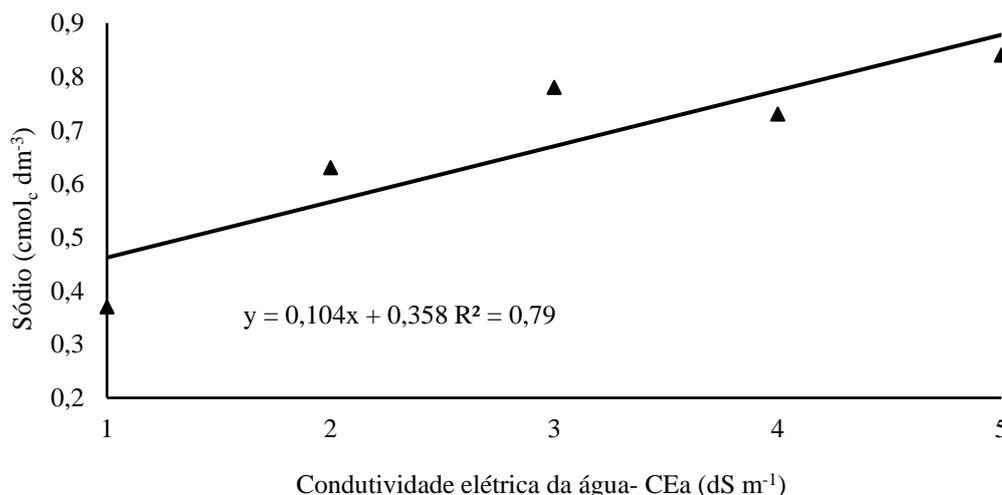


Figura 4. Teores de sódio no solo (CEes) irrigado sob águas de diferentes salinidades ao 110 após o plantio.

Corroborando com o presente trabalho Holanda Filho et al. (2011) estudando os atributos químicos de um Latossolo Amarelo Eutrófico, irrigado com água salina em diferentes lâminas aplicadas (110, 120, 130, 140 e 150% da ET_{pc}) também observaram incremento de sódio na profundidade de 0-0,20 m devido a irrigação com água salina. O sódio em água salobra causa dispersão de partículas de argila que resultam em entupimento dos poros do solo causando uma redução significativa na porosidade, permeabilidade, condutividade hidráulica e aeração do solo (PEDROTTI et al., 2015). Da mesma forma Hussain et al. (2008) explicam

que quando o sódio é aplicado ao solo através do uso de água salobra, o conteúdo do mesmo se acumula no solo ao longo do tempo, deslocando íons cálcio (Ca²⁺) das partículas de argila causando desfloculação e dispersão do solo.

A percentagem de sódio trocável (PST) respondeu de forma polinomial quadrática em função do aumento da salinidade na água de irrigação, onde o maior valor ocorreu na condutividade elétrica de 4,21 dS m⁻¹ (Figura 5). Sabe-se que solos com elevado valor de PST tendem a sofrer problemas com a infiltração da água, devido a ação negativa do sódio na estrutura do solo.

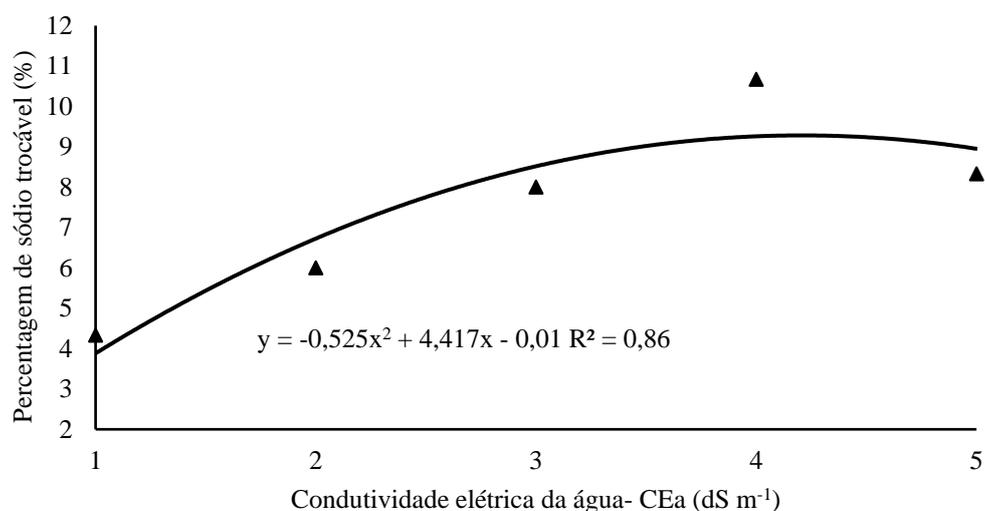


Figura 5. Percentagem de sódio trocável no solo (CEes) irrigado sob águas de diferentes salinidades ao 110 após o plantio.

Linhares et al. (2013) encontraram resposta linear crescente da PST, com incremento de aproximadamente 4,233% por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação. Considerando a salinidade 6,0 dS m⁻¹, os autores supracitados averiguaram que o aumento da PST no solo foi de 38,8% na profundidade de 0-0,1 m, e de 43,1% na camada 0,1-0,2 m. O aumento da PST devido ao uso da água salina também foi verificado por Holanda Filho et al. (2011) em solo cultivado com mandioca (*Manihot esculenta*) e Lacerda et al. 2011 em solo cultivado com milho (*Zea mays* L.) e feijão caupi (*Vigna unguiculata*).

CONCLUSÕES

A concentração dos sais da água de irrigação em níveis crescentes até 5 dS m⁻¹ reduziu os teores de cálcio e potássio da solução do solo, porém aumentou a salinidade, o teor de sódio e percentagem do sódio trocável do solo, tornando o solo limitado para a produção agrícola. O teor de magnésio e o pH da solução do solo não foram influenciados pelo aumento da salinidade da água até a condutividade elétrica de 5 dS m⁻¹, o que pode acarretar em dificuldades para que a planta se desenvolva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMAROAI, Y. A.; USMAN, A. R. A.; AHMAD, M., MOON, D. H.; CHO, J. S.; JOO, Y. K.; OK, Y. S. Effects of biochar, cow bone, and eggshell on Pb availability to maize in contaminated soil irrigated with saline water. **Environmental Earth Sciences**, v. 71, n.3, p. 1289–1296, 2014. <https://doi.org/10.1007/s12665-013-2533-6>.
- ALMEIDA, O. A. **Qualidade da água de irrigação**. 1.ed. Cruz das Almas: Embrapa, 2010. 234p.
- ALVARES C. A.; STAPE J. L.; SENTELHAS P. C.; GONÇALVES J. L. M. Sparovek G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711-728, 2013. DOI:10.1127/0941-2948/2013/0507.
- AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. A qualidade da água na agricultura. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. (Estudos FAO Irrigação e Drenagem, 29).
- ASHRAF, M., SHAHZAD, S. M., N. AKHTAR, M. IMTIAZ, A. ALI. Salinization/sodification of soil and physiological dynamics of sunflower irrigated with saline-sodic water amending by potassium and farm yard manure. **Journal of Water Reuse and Desalination**, v. 7, n. 4, p. 476-487, 2016. <https://doi.org/10.2166/wrd.2016.053>.
- CUCCI G.; LACOLLA, G. Irrigation with saline-sodic water: effects on two clay soils. **Italian Journal of Agronomy**, v. 8, p. 94–101, 2013. <https://doi.org/10.4081/ija.2013.e13>.
- CORRÊA, J. C.; BULL, L. T.; CRUSCIOL, C. A. C.; MORAES, M. H. Alteração de atributos físicos em Latossolo com aplicação superficial de escória de aciaria, lama cal, lodos de esgoto e calcário. **Revista Brasileira de Ciência Do Solo**, v. 33, n. 2, p. 263–272, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2008000900016>.
- DIAS, T. J.; FREIRE, J. L. de O.; CAVALCANTE, L. F.; NASCIMENTO, E. S. do; DANTAS, L. A.; DANTAS, M. M. de M. Atributos químicos do solo irrigado com águas salinas e uso de mitigadores do estresse salino no maracujazeiro amarelo. **Revista principia**, v. 1, n. 27, p. 19-29, 2015.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. Efeito da água no rendimento das culturas. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33). EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa

- Agropecuária. Manual de métodos de análises de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.
- GONÇALVES, I. V. C.; FREIRE, M. B. G. dos S.; SANTOS, M. A. dos; SANTOS, E. R. dos; FREIRE, F. J. Alterações químicas de um Neossolo Flúvico irrigado com águas salinas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 589-596, 2011. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=195318899003>.
- HASSANLI, M.; EBRAHIMIAN, H. Cyclic use of saline and non-saline water to 20 increase water use efficiency and soil sustainability on drip irrigated maize. **Spanish Journal of Agricultural Research**, Volume 14, n. 4, e12xx, 2016. <http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2016144-9238>.
- HOLANDA FILHO, R. S. F.; SANTOS, D. B.; AZEVEDO, C. A. V.; COELHO, E. F.; LIMA, V. L. A. de. Água salina nos atributos químicos do solo e no estado nutricional da mandioca. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.1, p.60-66, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662011000100009>.
- HUSSAIN S. A.; AKHTAR J.; ANWAR-UL-HAQ M.; RIAZ M. A.; SAQIB Z. A. Ionic concentration and growth response of sunflower (*Helianthus annuus* L.) genotypes under saline and/or sodic water application. **Soil Environ**, v. 27, p. 177-184, 2008.
- LACERDA, C. F.; SOUSA, G. G.; SILVA, F. L. B.; GUIMARAES, F. V. A.; SILVA, G. L.; Cavalcante, L. F. Soil salinization and maize and cowpea yield in the crop rotation system using saline waters. **Engenharia Agrícola**, v. 31, n.4, p.663-675, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162011000400005>.
- LINHARES, P. S. F.; ALVES, R. C.; MEDEIROS, A. M. A.; LIMA, L. A.; BEZERRA F. M. S.; CAVALCANTE, A. L. G.; OLIVEIRA F. A. Alterações químicas no Argissolo cultivado com berinjela irrigada com águas salinas. **ACSA – Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.8, n.3, p. 07-19, 2012. <http://150.165.111.246/ojs-patos/index.php/ACSA>.
- MUNNS, R.; GILLIHAM M. Salinity tolerance of crops - what is the cost? **New Phytologist**. v. 208, p. 668-673, 2015. <https://doi.org/10.1111/nph.13519>.
- NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F. de; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017p.
- PEDROTTI, A., CHAGAS, R. M.; RAMOS, V. C.; PRATA, A. P. N.; LUCAS, A. A. T.; SANTOS, P. B. Causas e consequências do processo de salinização dos solos. **Revista Eletrônica Em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v.19, n. 2, p.1308-1324, 2015. <https://doi.org/10.5902/2236117016544>.
- RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB, 2000. 117p.
- SILVA JUNIOR, G. S. E.; MORAIS, M. B.; CAMARA, T. R.; WILLADINO, Lilia. Crescimento de genótipos diplóides de bananeira submetidos ao estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.11, p.1145-1151, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662012001100001>.
- SILVA, F. A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. Principal Components Analysis in the Software Assisat-Statistical Attendance. In: World Congress on Computers in

Agriculture, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SILVA, F. L. B.; LACERDA, C. F.; SOUSA, G. G.; NEVES, A. L. R.; SILVA, G. L.; SOUSA, C. H. C. Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão-caupi. **Revista Brasileira de Engenharia**

VIEIRA, R. C. B.; FONTOURA, S. M. V.; BAYER, C.; MORAES, R. P.; CARNEIL, E. Potassium Fertilization for Long Term No-Till Crop Rotation in the Central-Southern Region of Paraná, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 40, e 0150193, 2016. <https://doi.org/10.1590/18069657rbcs20150193>.

Agrícola e Ambiental, v. 15, n. 4, p.383-389, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662011000400009>.