



Dinâmica temporal da salinidade em Neossolo Flúvico cultivado com *Atriplex nummularia* submetido à níveis crescentes de salinidade

Cíntia Maria Teixeira Lins⁽²⁾; **Edivan Rodrigues de Souza**⁽³⁾; **Lucas Yago de Carvalho Leal**⁽⁴⁾; **Martha Katharinne Silva Souza Paulino**⁽⁴⁾; **Hidelblandi Farias de Melo**⁽⁵⁾; **Brivaldo Gomes de Almeida**⁽³⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do CNPq (Projeto Universal n° 473817/2013-6) e FACEPE

⁽²⁾ Mestrando do programa pós-graduação em ciências do solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE; cintia_lins2@hotmail.com; ⁽³⁾ Professor adjunto do departamento de agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco; ⁽⁴⁾ Aluno do curso de graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental; ⁽⁵⁾ Doutorando do programa pós-graduação em ciências do solo

RESUMO: O objetivo desse trabalho foi monitorar a dinâmica temporal da salinidade do solo cultivado com *Atriplex nummularia* irrigada com águas salinas. Os tratamentos consistiram da irrigação com águas com concentrações de 0, 50, 100, 200, 250 e 300 mmol_c L⁻¹. As coletas da solução do solo por meio de cápsulas extratoras porosas ocorreram aos 8, 18, 28, 38 e 45 dias após o início do tratamento salino (DATS). Foram determinadas a condutividade elétrica, potencial osmótico e os teores de sódio e cloreto; A irrigação contínua com águas salinizadas artificialmente promoveu o aumento da condutividade elétrica da solução do solo a níveis bem superiores ao limítrofe para classificar um solo como salino (1,6; 41; 49; 76,5; 85,5 e 100,5 dSm⁻¹) valores observados aos 45 DATS. O incremento de sais na solução do solo também promoveu o rebaixamento do potencial osmótico e o aumento das concentrações dos íons Na⁺ e Cl⁻.

Termos de indexação: Salinização artificial, solução do solo.

INTRODUÇÃO

O início do século 21 é marcado pela escassez global de recursos hídricos, poluição ambiental e aumento da salinização do solo e da água sendo a salinização do solo um dos eventos mais preocupantes por promover a redução das áreas cultiváveis e afetar diretamente a produtividade e a qualidade das culturas (Yamaguchi & Blumwald, 2005; Shahbaz & Ashraf, 2013).

A ocorrência de solos afetados pela salinidade continua a aumentar a cada ano devido à introdução de irrigação em novas áreas (Patel et al., 2011). Estima-se que, em todo o mundo, dos 20% do total de área cultivada 33% das terras agrícolas irrigadas apresentem alta salinidade.

Além disso, as áreas salinizadas estão aumentando a uma taxa de 10% ao ano, por várias razões, incluindo a baixa precipitação, alta taxa de evaporação de superfície, intemperismo das rochas

nativas, irrigação com água salina, e práticas culturais inadequadas. Jamil et al. (2011) estimam que mais de 50% das terras agricultáveis apresentariam limitações de cultivo associadas à salinização no ano de 2050.

Nas regiões áridas e semiáridas, a salinização é resultado da natureza física e química dos solos, do regime pluvial e da alta evapotranspiração. Na região Nordeste do Brasil essa situação é ainda mais grave, pois, o solo da região é constituído por mais de 70% de rochas cristalinas, fato que promove a predominância de águas subterrâneas com elevado teor de sais, contribuindo com a progressão da salinização secundária (Pizarro, 1985; Ayers & Westcot, 1999; ANA, 2010).

Um solo geralmente é definido como salino quando a condutividade elétrica do extrato de saturação (CE_{es}) na zona das raízes excede 4 dS m⁻¹ a 25 °C (cerca de 40 mmolL⁻¹ de NaCl). Em valores de CE superiores, muitas culturas agricultáveis não se desenvolvem, embora muitas espécies apresentem redução da produção em CE inferiores (Munns, 2005; Jamil et al, 2011).

Ben-Gal et al. (2009) citam que a salinidade de águas e solos tem sido frequentemente relacionada à condutividade elétrica por se tratar de um método prático e rápido de determinação, embora o potencial osmótico seja uma medida mais sensível do estado hídrico da planta.

A salinidade do solo prejudica o desenvolvimento das plantas devido à presença de alguns íons tóxicos e por limitar a absorção de água. A redução do potencial osmótico reflete diretamente na diminuição da absorção de nutrientes, interferindo negativamente na produtividade das culturas (Nepomuceno et al., 2011; Silva, 2008; Ben-Gal et al., 2009).

Os efeitos da salinidade nas plantas resultam de interações complexas entre características morfológicas, processos fisiológicos, bioquímicos, germinação de sementes, crescimento da planta, e absorção de água e de nutrientes (Akbarimoghaddam et al, 2001).



A Salinidade também afeta negativamente a fotossíntese por promover uma redução na área foliar, teor de clorofila e a condutância estomática, e em menor extensão por meio de uma diminuição da eficiência do fotossistema II (Netondo et al., 2004).

Dessa maneira estudos sobre aplicação de águas salinas nos solos faz-se indispensável para avaliação da evolução da salinidade do solo e para auxiliar na compreensão dos mecanismos adaptativos na interface solo-planta.

Para que seja possível promover um desenvolvimento sustentável nas áreas irrigadas, tornam-se imprescindíveis informações a respeito dos efeitos dos níveis de CE, potencial osmótico e concentrações de Na^+ e Cl^- na solução do solo, bem como, estudos acerca da evolução desses parâmetros em solos submetidos a manejos inadequados de irrigação. Levando em consideração esses aspectos, conduziu-se o presente trabalho objetivando estudar os efeitos no solo (salinidade e concentração de íons) sob a aplicação da irrigação com diferentes salinidades em cinco épocas distintas.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), em Recife, PE. A implantação foi feita em março/2014 utilizando mudas de *Atriplex nummularia* com dois meses de idade, cujas estacas foram obtidas vegetativamente, a partir de uma única planta matriz para minimizar o efeito da variabilidade genética. Foram utilizados vasos plásticos com capacidade para 5 dm³ preenchidos com 5 kg de um NEOSSOLO FLÚVICO, coletado na camada de 0 a 30 cm (horizonte A), no município de Pesqueira, PE.

Após secagem, peneiramento em peneira de malha de 4 mm e homogeneização, porções da amostra do solo foram colocadas nos recipientes. Por ocasião da montagem do experimento também foram instaladas em cada unidade experimental cápsulas extratoras porosas, a fim de realizar extração da solução do solo. Objetivando a aclimação á nova condição imposta, o sistema (vaso + planta) foi mantido a 80% da capacidade de campo sem a utilização das soluções salinas durante as duas primeiras semanas.

As águas de irrigação foram preparadas utilizando NaCl como fonte de sal em seis concentrações distintas (0, 50, 100, 200, 250 e 300 mmol L⁻¹). O início do tratamento salino ocorreu duas semanas após a montagem do experimento a partir da irrigação com soluções salinas. A irrigação

foi realizada diariamente, e baseou-se no processo de pesagem dos recipientes fornecendo-se diariamente o volume de cada tipo de água evapotranspirado, de modo a manter a umidade de cada substrato a 80 % da umidade da capacidade de campo. Para realização da coleta aplicou-se um vácuo de 75 KPa um dia anterior à coleta.

A condutividade elétrica foi obtida a partir da leitura em condutímetro digital (Digimed modelo D32). Os valores de potencial osmótico foram obtidos a partir da leitura da osmolalidade em osmômetro de pressão de vapor VAPRO WESCOR (Modelo 5600), obtendo-se leituras em (mmol kg⁻¹), sendo a unidade posteriormente convertida a MPa mediante o uso da equação de Van't Hoff (Reichardt & Timm, 2004).

As concentrações dos íons Na^+ e Cl^- foram obtidas a partir de leitura da solução do solo em fotômetro de emissão de chama e titulação, respectivamente. O experimento foi montado em blocos inteiramente ao acaso constando de seis tratamentos e cinco repetições totalizando 30 unidades experimentais. Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aumento da concentração de sais na água de irrigação provocou alterações significativas na condutividade elétrica do solo (CE), entre os tratamentos aplicados e nas diferentes épocas em que foram realizadas as determinações (Figura 1b). Os resultados demonstram que os sais se acumularam progressivamente no solo com o aumento da concentração de sais na água de irrigação (Figura 1b).

No nível mais elevado de salinidade da água de irrigação, o valor da CE, aos 45 DATS, foi de 100,53 dS m⁻¹, um valor bem superior ao da água de irrigação do tratamento controle, resultados semelhantes foram observados por Porto Filho et al. (2011) e Nery et al. (2009). Grandes diferenças entre os tratamentos referentes aos maiores níveis de salinidade (200, 250 e 300 mmol_c L⁻¹) foram observados apenas a partir dos 38 DATS (Figura 1b).

O decréscimo da condutividade elétrica foi observado apenas no tratamento controle, equivalendo a uma redução de 35,48%, esse comportamento possivelmente é decorrente da exportação pela cultura dos íons presentes na solução do solo, contribuindo dessa maneira para redução da condutividade elétrica.

Ao final do experimento, todos os tratamentos salinos, exceto o controle, apresentaram valores de



CE bem acima do limite de salinidade proposto para a classificação dos solos como salinos ($4,0 \text{ dS m}^{-1}$), tanto pelo Laboratório de Salinidade dos EUA (RICHARDS, 1954) quanto pela Sociedade Americana de Ciência do Solo (BOHN et al., 1979).

Os valores de potencial osmótico observados neste estudo, revelaram que no tratamento com maior salinidade do solo ocorreu grande redução no status energético da água do solo. Os valores do potencial osmótico variaram de $-0,14 \text{ Mpa}$ ($1,6 \text{ dS m}^{-1}$) a $-56,00 \text{ Mpa CE}$ ($100,53 \text{ dS m}^{-1}$), valores observados na última época avaliada nos tratamentos controle e $300 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$ respectivamente (Figura 1a).

Todos os tratamentos apresentaram reduções drásticas do potencial osmótico, contribuindo negativamente para disponibilidade de água para a cultura implantada. O maior valor de potencial osmótico foi observado no tratamento controle na última época de avaliação $-0,14 \text{ MPa CE}$ ($1,6 \text{ dS m}^{-1}$), comportamento que pode ser justificado devido à redução da concentração na solução do solo dos íons Na^+ e Cl^- em virtude da exportação pela cultura, contribuindo dessa maneira de forma positiva com a disponibilidade da água no solo.

As concentrações dos íons sódio e cloro aumentaram progressivamente em todos os tratamentos avaliados em função do incremento da salinização artificial das águas de irrigação (Figuras 1c e 1d). As concentrações do íon sódio na solução do solo oscilaram entre $14,78 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$ no tratamento controle e $3126,52 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$ no maior nível de salinidade na última época avaliada (Figura 1C).

A predominância dessa espécie iônica no solo, além de causar toxidez ao se acumular nos tecidos vegetais, pode acarretar mudanças na capacidade das plantas em absorver, transportar e utilizar os íons essenciais ao seu crescimento (LACERDA et al., 2004). Além disso, o aumento do Na^+ também é responsável pela degradação da estrutura do solo, reduzindo a infiltração de água e promovendo a dispersão da fração argila.

Comportamento semelhante foi observado em relação ao íon cloreto, sendo o menor valor observado no tratamento controle $5,75 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$ e o maior no tratamento de maior concentração salina $1517,5 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$ (Figura 1d).

CONCLUSÕES

1- O incremento de sais na água de irrigação promoveu o aumento da CE e das concentrações de Na^+ , e Cl^- na solução do solo e a diminuição do potencial osmótico.

2- O aumento da concentração de sais na solução de irrigação favoreceu o aumento da energia de retenção da água no solo.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão da bolsa e a Universidade Federal Rural de Pernambuco pela infraestrutura que possibilitou a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Águas (ANA). Atlas Brasil-Abastecimento urbano de água-Panorama Nacional.vol.1.Brasília:ANA:Engecorps/Cobrape,2010.

Akbarimoghaddam, H., Galavi, M., Ghanbari, A., Panjehkeh, N., Salinity effects on seed germination and seedling growth of bread wheat cultivars. *Trakia J. Sci.* 9: 43–50,2011.

Ayers, R.S. & Westcot, D.W. A ;Gheyi, H. R; Medeiros, J. F; Damasceno, F.A.V Qualidade da Água na Agricultura. Estudos FAO: Irrigação e drenagem. 2a ed. Trad.. Campina Grande. UFPB. 1999. , 29: 218p.

Ben-Gal, A., Borochoy-Neori, A., Yermiyahu, U., Shani, U. Is osmotic potential a more appropriate property than electrical conductivity for evaluating whole-plant response to salinity? *Environmental and Experimental Botany.* 65:232-237, 2009.

Bohn, H. L; McNeal, B. L.; O'Connor, G. E. Soil chemistry. New York: John Wiley & Sons. 1979. 329 p.

Glick, B.R., Cheng, Z., Czarny, J., Duan, J., Promotion of plant growth by ACC deaminase-producing soil bacteria. *Eur. J. Plant Pathol.* 119: 329–339, 2007.

Jamil, A., Riaz, S., Ashraf, M., Foolad, M.R., Gene expression profiling of plants under salt stress. *Crit. Rev. Plant Sci.* 30:435–458, 2011.

Lacerda, C. F. *et al.* Influência do cálcio sobre o crescimento e solutos em plântulas de sorgo estressadas com cloreto de sódio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo.* 28: 289-295, 2004.

Munns, R., Genes and salt tolerance: bringing them together. *New Phytol.* 167: 645–663, 2005.

Nepomuceno, A. L., Neumaier, N., Farias, J. R. B., oya, T. Tolerância à seca em plantas. *Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento.* 23:12-18, 2001.

Nery, A.R.; Rodrigues, L, N.; Silva, M.B.R.; Fernandes, P.D.; Chaves, L.H.G.; Neto, J.D. Gheyi, H.R. Crescimento do pinhão-mansão irrigado com águas salinas em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.* 13: .551–558, 2009.

Netondo, G.W., Onyango, J.C., Beck, E., Sorghum and salinity:II. Gas exchange and chlorophyll fluorescence of sorghum under salt stress. *Crop Sci.* 44: 806–811. 2004.

Patel, B.B., Patel, Bharat. B., Dave, R.S., Studies on infiltration of saline–alkali soils of several parts of Mehsana and Patan districts of north Gujarat. *J. Appl. Technol. Environ. Sanitation.* 1:87–92. 2011.

Pizarro, F. Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos. Madrid: Editora Agrícola, Española. 1985. 542p.

Porto Filho, F.Q.; Medeiros, J. F.; Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Sousa, P.; Dantas, D.C. Evolução da salinidade e pH de solo sob cultivo de melão irrigado com água salina. *Rev. bras. eng. agríc. ambient.* 15:1130-1137, 2011.

Richards, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington: US Department of Agriculture. Agriculture Handbook. 1954. 160p.

Shahbaz, M., Ashraf, M. Improving salinity tolerance in cereals. *Crit. Rev. Plant Sci.* 32:237–249, 2013.

Silva, E. C., Nogueira, R. J. M. C., Araújo, F. P., meloc, N. F., Azevedo Neto, A. D. Physiological responses to salt stress in young umbu plants. *Environmental and Experimental Botany* 63:147–157, 2008.

Yamaguchi, T., Blumwald, E., Developing salt-tolerant crop plants: challenges and opportunities. *Trends Plant Sci.* 10: 615–620, 2005.

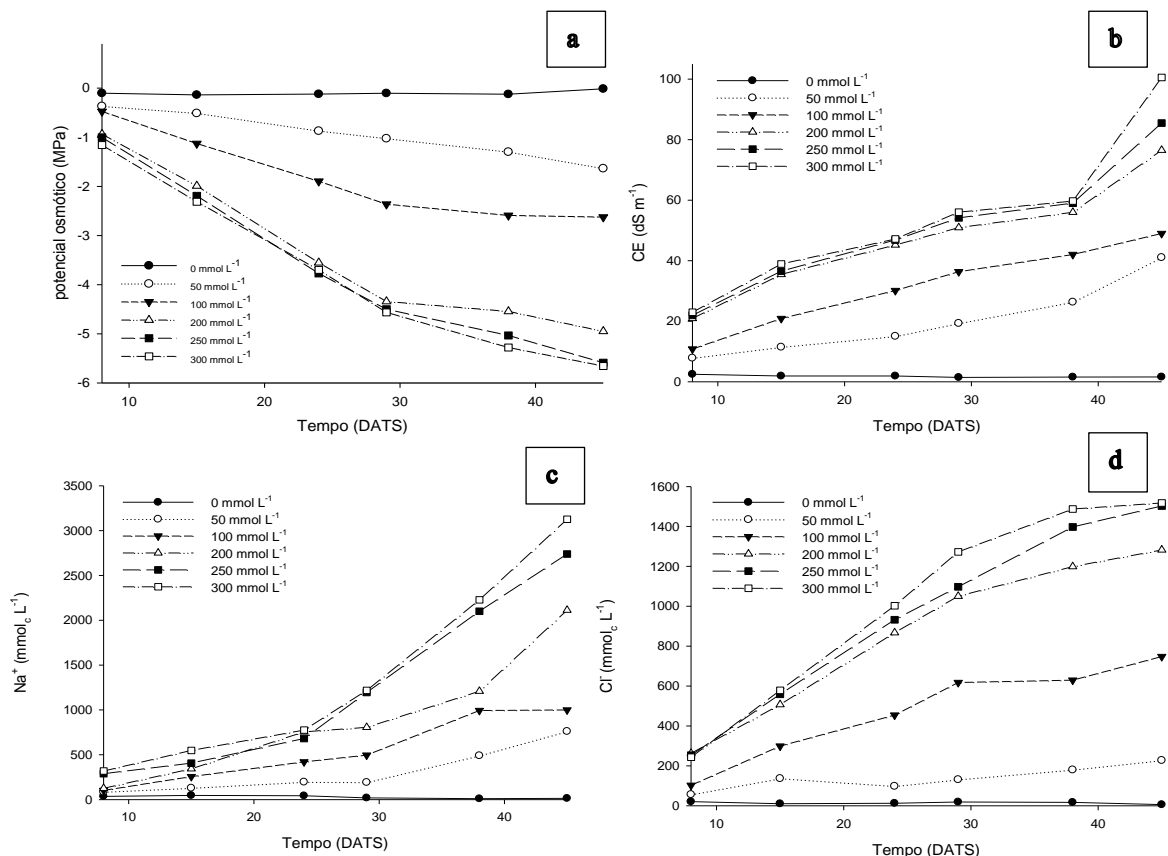


Figura 1- Relação dos valores médios do potencial osmótico (A); condutividade elétrica (B), sódio (C) e cloreto (D) da solução do solo coletadas em diferentes dias após a implantação do tratamento salino.