

## TEORES DE Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> EM PLANTAS DE MILHO SUBMETIDAS A IRRIGAÇÕES COM ÁGUA SALINIDADE E FREQUENCIA DE IRRIGAÇÃO

Gabriel C. Farias<sup>1</sup>; Claudivan F. de Lacerda<sup>2</sup>; Hernandes de O. Feitosa<sup>3</sup>; Ricardo José da C. Silva Júnior<sup>1</sup>; Francisco J. Ferreira<sup>1</sup>

**RESUMO:** O presente trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos do estresse salino e hídrico nos teores foliares de Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> de plantas de milho híbrido AG 1051. Adotou-se um delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 4 x 4, com quatro níveis de salinidade (0,8; 2,2; 3,6 e 5,0 dS m<sup>-1</sup>) e quatro frequências de irrigação (1; 2; 4 e 6 dias), em cinco repetições. De modo geral verificou-se que o aumento do intervalo entre irrigações resultou em maiores valores nos parâmetros avaliados juntamente com a concentração de sais na água de irrigação. Portanto conclui-se que a interação da maior concentração salina e menor frequência de irrigação proporcionou maior teor de Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> e menor teor de K<sup>+</sup> nas folhas.

Palavras-chaves: *Zea mays*, Salinidade, Frequência, Irrigação, Teores de nutrientes.

### LEVELS OF Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup> IN CORN PLANTS UNDER IRRIGATION WATER SALINITY AND IRRIGATION FREQUENCY

**ABSTRACT:** This study aimed evaluate the effects of salinity and waters trees in foliar levels of Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup> of mayze hybrid AG 1051. We adopted a completely randomized design in 4 x 4 factorial arrangement with four salinity levels (0.8, 2.2, 3.6, and 5.0 dS m<sup>-1</sup>) and four irrigation frequencies (1, 2, 4 and 6 days) in five repetitions. In general it was found that increasing the interval between irrigations resulted in higher values in the parameters evaluated together with the concentration of salts in irrigation water. So conclude that the interaction of higher salt concentration and lower frequency of irrigation provided higher content of Na<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup> and lower content of K<sup>+</sup> in the leaves.

**Keywords:** *Zea mays*, Salinity, Frequency, Irrigation, Leaves of Nutrients

## INTRODUÇÃO

A produção vegetal depende em parte de um abastecimento adequado de água de qualidade. A irrigação é de importância fundamental e estratégica para o desenvolvimento agrícola principalmente nas regiões fortemente limitadas pelas irregularidades pluviométricas (SANTOS; RIBEIRO, 2002).

A crescente demanda por água no mundo, especialmente nas regiões semiáridas, obrigou os agricultores a utilizar água salina na irrigação, que se usada durante todo o período

<sup>1</sup> Graduandos em Engenharia Agrônômica, UFC/Fortaleza – CE. E-mail: gabriel-castro@bol.com.br

<sup>2</sup>Eng° Agrônomo, Prof. Dr., Departamento de Engenharia Agrícola/UFC, Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade (INCTSal), Fortaleza - CE

<sup>3</sup>Eng° Agrônomo, Doutorando em Engenharia Agrícola/UFC

de crescimento das culturas, mesmo as tolerantes, não produzem um alto rendimento na maioria das vezes (AMER, 2010).

A utilização de água contendo sais solúveis em excesso sem uma fração de lixiviação adequada pode provocar a salinização dos solos, reduzindo o crescimento, o desenvolvimento das plantas e os teores de macronutrientes catiônicos (GARCIA *et al.*, 2007; BAGHALIAN *et al.*, 2008). Segundo Van Hoorn & Van Alphen (1994), a concentração de sais no solo cresce em função da lâmina de irrigação aplicada, até que a salinidade do solo atinja o equilíbrio dinâmico. Em cultivos irrigados, a frequência dos ciclos tem que ser suficiente para impedir qualquer déficit de água nas plantas entre os intervalos, porém, esses têm que ser suficientemente espaçados para proporcionar adequada drenagem do meio, de forma que haja apropriada oxigenação das raízes das plantas (RESH, 1997).

Dentre os principais íons que se acumulam na maioria dos solos salinos destacam-se os cátions  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^+$ ,  $\text{Mg}^+$  e os ânions  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  e  $\text{HCO}_3^-$  (OLIVEIRA, 1997). De acordo com Andrade *et al.* (2002) práticas de manejo de irrigação necessitam ser adotadas para se evitar o aumento gradual desses íons na solução do solo, os quais estão diretamente relacionados com a sodicidade, a salinidade do solo.

Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar Os teores foliares de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Cl}^-$  no milho em função da salinidade da água e da frequência de irrigação, em ambiente protegido.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no período de janeiro a fevereiro de 2011, na área experimental da estação meteorológica do Departamento de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza ( $3^\circ 45'S$ ;  $38^\circ 33'W$ ; 20 m).

De acordo com a classificação de Köppen, o clima local é do tipo  $\text{Aw}'$ , ou seja, tropical chuvoso, muito quente, com predomínio de chuvas nas estações do verão e do outono. A estufa utilizada apresentava cobertura plástica e aluminete, com temperaturas máxima de  $37^\circ$  e mínima de  $25,4^\circ\text{C}$  durante o período experimental.

O material de solo foi proveniente da mistura de areia grossa com vermiculita na proporção de 2:1, na base de volume. Após este procedimento, foram realizadas, no laboratório de Solos da UFC, as análises químicas e físicas do substrato através da metodologia da EMBRAPA (1997), e como características o substrato possui classificação

<sup>1</sup> Graduandos em Engenharia Agrônômica, UFC/Fortaleza – CE. E-mail: gabriel-castro@bol.com.br

<sup>2</sup>Engº Agrônomo, Prof. Dr., Departamento de Engenharia Agrícola/UFC, Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade (INCTSal), Fortaleza - CE

<sup>3</sup>Engº Agrônomo, Doutorando em Engenharia Agrícola/UFC

textural areia, com densidade das partículas de  $2,59 \text{ g cm}^{-3}$  e condutividade elétrica de  $0,30 \text{ dS m}^{-1}$ .

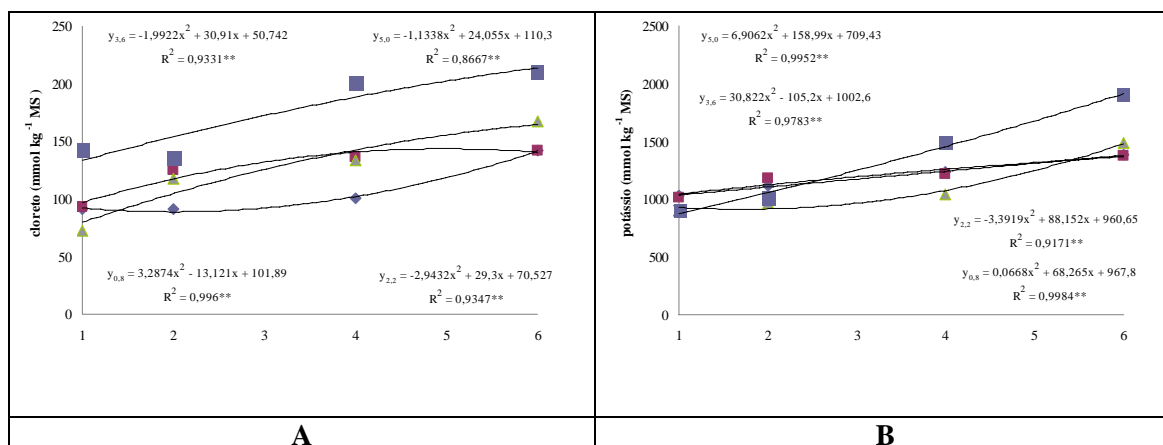
Adotou-se um delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial  $4 \times 4$ , sendo quatro níveis de salinidade ( $0,8$ ;  $2,2$ ;  $3,6$  e  $5,0 \text{ dS m}^{-1}$ ) e quatro frequências de irrigação ( $1$ ;  $2$ ;  $4$  e  $6$  dias) e quatro repetições. A semeadura foi realizada em 80 vasos plásticos contendo 6 l de substrato, utilizando-se sementes de milho híbrido AG1051, sendo que após a emergência foi realizado o desbaste ficando apenas uma planta por vaso. A adubação foi de acordo com recomendação da Embrapa (2003).

A diferenciação dos tratamentos de salinidade e frequência de irrigação foram iniciadas 10 dias após a semeadura. Antes da coleta, realizada aos 45 DAP, mediu-se a altura das plantas e em seguida, as mesmas foram divididas em parte aérea (folhas e colmos) e raiz. O material vegetal seco foi triturado e os extratos foram obtidos através da homogeneização de 100 mg do pó vegetal seco, com 10 mL de água deionizada durante 60 min, sob agitação constante à  $45^\circ$  (CATALDO *et al.*, 1975).

Os teores de  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  foram determinados por fotometria de chama. Os teores de  $\text{Cl}^-$  foram determinados segundo o método de Gaines, Parker e Gascho (1984). As análises de variância e de regressão foram realizadas com o auxílio de planilhas eletrônicas do Excel e utilizando o software “ASSISTAT 7.5 BETA” (SILVA e AZEVEDO, 2002).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

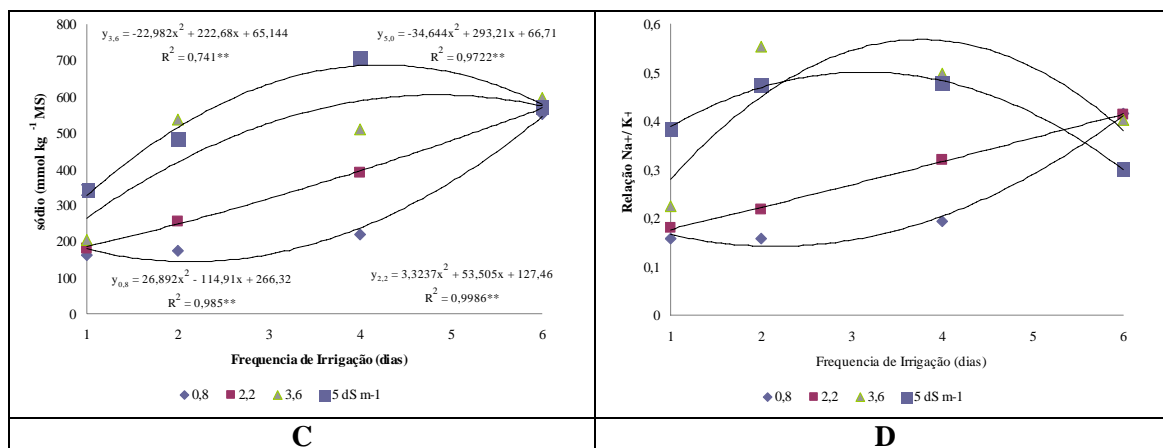
Na Figura 4 observa-se um comportamento polinomial quadrático crescente das variáveis estudadas à medida que diminuiu à frequência de irrigação e a concentração de sais na água, havendo diferença significativa nas interações entre salinidade e frequência de irrigação.



<sup>1</sup> Graduandos em Engenharia Agrônoma, UFC/Fortaleza – CE. E-mail: gabriel-castro@bol.com.br

<sup>2</sup>Engº Agrônomo, Prof. Dr., Departamento de Engenharia Agrícola/UFC, Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade (INCTSal), Fortaleza - CE

<sup>3</sup>Engº Agrônomo, Doutorando em Engenharia Agrícola/UFC



**Figura 1.** Altura das plantas (A), massa seca de parte aérea (B), massa seca de raiz (C), e área foliar (D) em função de frequência de irrigação e níveis de sal em plantas de milho, em ambiente protegido.

Considerando a média dos tratamentos, verificou-se que o aumento do intervalo entre irrigações resultou em maiores valores nos parâmetros avaliados juntamente com a concentração de sais na água de irrigação (Figura 4).

O aumento do intervalo de irrigação de 1 para 6 dias provocou um aumento de 65% na concentração de cloreto (Figura 4A), 60% na concentração de potássio (Figura 4B) e 157% na concentração de sódio (Figura 4C), enquanto o aumento da CEa de 0,8 para 5,0 dS m<sup>-1</sup> provocou um aumento de 62%, 11% e 90%, respectivamente. Já para a relação Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> (Figura 4D), verificou-se maiores valores com a diminuição da frequência de irrigação e quanto menor a concentração de sal da água de irrigação, menor o valor da relação.

Esses resultados são semelhantes a alguns estudos com salinidade, que mostram aumentos nos teores de sódio e cloreto e decréscimos nos teores de potássio com o aumento da salinidade (TESTER; DAVENPORT, 2003).

Aquino *et al.* (2007), estudando o efeito da salinidade em sorgo observaram que com o aumento da salinidade da água de irrigação houve um aumento na relação Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> nas folhas. Outros autores também observaram o aumento da relação Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> sob condições de estresse salino (TESTER; DAVENPORT, 2003).

O aumento da concentração de sódio no meio radicular, ocasionado pela água de irrigação salina, pode inibir a absorção de potássio, devido à relação competitiva entre esses cátions monovalentes (KAWASAKI *et al.*, 1983).

<sup>1</sup> Graduandos em Engenharia Agrônoma, UFC/Fortaleza – CE. E-mail: gabriel-castro@bol.com.br

<sup>2</sup>Eng° Agrônomo, Prof. Dr., Departamento de Engenharia Agrícola/UFC, Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade (INCTSal), Fortaleza - CE

<sup>3</sup>Eng° Agrônomo, Doutorando em Engenharia Agrícola/UFC

O acúmulo de sódio no ambiente radicular, em função da salinidade, provoca diminuições nos teores foliares de  $K^+$  (AZEVEDO NETO *et al.*, 2004), que se devem, em grande parte, à menor absorção de  $K^+$ , causada pela competição dos íons  $Na^+$  pelos mesmos sítios do sistema de absorção na membrana plasmática das células radiculares (OLIVEIRA, 2002).

O acúmulo do íon sódio em excesso, principalmente nas folhas, resulta na inibição do crescimento, em função de sua ação tóxica sobre o metabolismo celular (FERREIRA *et al.*, 2005). Segundo Rhoades *et al.* (2000) quando se prolonga o intervalo entre irrigações a duração do estresse na planta aumenta e menos condições são dadas para que o desenvolvimento da cultura seja compatível ao da cultura que recebe irrigações freqüentes.

### CONCLUSÕES

A interação da maior concentração salina e menor freqüência de irrigação proporcionou maior teor de  $Na^+$  e  $Cl^-$  e menor teor de  $K^+$  nas folhas.

### REFERÊNCIAS

- ANDRADE, E. M. et al. Modelagem da concentração de íons no extrato de saturação do solo, na Região da Chapada do Apodi. **Revista Ciência Agronômica**, v. 33, n. 02, p. 5-12, 2002.
- AMER, K. H. Corn crop response under managing different irrigation and salinity levels. **Agricultural Water Management**, v. 97, p.1553–1563, 2010.
- AQUINO, A.J.S.; et al. Crescimento, partição de matéria seca e retenção de  $Na^+$ ,  $K^+$  e  $Cl^-$  em dois genótipos de sorgo irrigados com águas salinas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, n. 31, p.961-971, 2007.
- AZEVEDO NETO, A.D. et al. Effects salt stress on plant growth, stomatal response and solute accumulation of different maize genotypes. **Brazilian Journal Plant Physiology**. Piracicaba, v.16, n.1, p.31-38, 2004.
- BAGHALIAN, K.; HAGHIRY, A.; NAGHAVI, M. R.; MOHAMMADI, A. Effect of saline irrigation water on agronomical and phytochemical characters of chamomile (*Matricaria recutita* L.). **Scientia Horticulturae**, v.116, p.437-441, 2008.
- CATALDO, D.A.; AARÓN, M.; SCHARDER, M.; YOUNGS, V.L. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitrification of salicylic acid. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v.6, p.71-81, 1975.

<sup>1</sup> Graduandos em Engenharia Agrônômica, UFC/Fortaleza – CE. E-mail: gabriel-castro@bol.com.br

<sup>2</sup>Engº Agrônomo, Prof. Dr., Departamento de Engenharia Agrícola/UFC, Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade (INCTSal), Fortaleza - CE

<sup>3</sup>Engº Agrônomo, Doutorando em Engenharia Agrícola/UFC

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Disponível em: <http://www.dpv24.iciag.ufu.br/new/dpv24/Apostilas/NUTRICA0%20E%20ADUB.%20MILHO%20-%20CNPMS.pdf>. Acessado em: 18 de fevereiro de 2011

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA — EMBRAPA. Manual de métodos de análises de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.

GARCIA, G. O.; FERREIRA, P. A.; MIRANDA, G. V.; NEVES, J. C. L.; MORAES, W. B.; SANTOS, D. B. Teores foliares dos macronutrientes catiônicos e suas relações com sódio em plantas de milho sob estresse salino. **Idesia**, v.25, p.93-106, 2007.

KAWASAKI, T.; AKIBA, T.; MORITSUGU, M. Effects of high concentrations of sodium chloride and polyethylene glycol on the growth and ion absorption in plants: I. Water culture experiments in a greenhouse. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.75, p.75-85, 1983.

OLIVEIRA, M. Gênese, classificação e extensão de solos afetados por sais. In: GHEYI, H.R., QUEIROZ, J.E., MEDEIROS, J.F. (Ed.). **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB, 1997. p. 3-35.

OLIVEIRA, F. A. et al. Desenvolvimento inicial do milhopipoca. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 4, n. 2, p.149-155, abr./jun. 2002.

RESH, H. M. **Cultivos hidroponicos**: nuevas técnicas de producción. 4. ed. Madrid: Mundi, 1997. 509 p.

SANTOS E. E. F.; RIBEIRO M. R. Influência da irrigação e do cultivo nas propriedades químicas de solos da região do submédio São Francisco. **Revista Maringá**, v.24, p. 1507-1516, 2002.

SILVA, F.A.S.; AZEVEDO C.A.V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. 4: 71-78. 2002.

TESTER, M., DAVENPORT, R. Na<sup>+</sup> tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants. *Annals of Botany* 91, 503–527. 2003.

VAN HOORN, J.W.; VAN ALPHEN, J.G. **Salinity control**. In: RITZEMA, H.P. (Ed.). **Drainage principles and applications**. 2.ed. Wageningen: ILRI, 1994. p. 533-600. (ILRI Publication, 16).

<sup>1</sup> Graduandos em Engenharia Agrônômica, UFC/Fortaleza – CE. E-mail: gabriel-castro@bol.com.br

<sup>2</sup>Engº Agrônomo, Prof. Dr., Departamento de Engenharia Agrícola/UFC, Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade (INCTSal), Fortaleza - CE

<sup>3</sup>Engº Agrônomo, Doutorando em Engenharia Agrícola/UFC