

TEORES DE ÍONS EM FOLHAS DE PLANTAS DE MILHO SUBMETIDAS À SALINIDADE E A DOSES DE POTÁSSIO, EM AMBIENTE PROTEGIDO

K. R. GOMES¹, A. D. LIMA², A. V. AMORIM³, F. J. FERREIRA⁴, C. F. LACERDA⁵

RESUMO: O excesso de sais nas folhas das plantas pode perturbar as funções fisiológicas e bioquímicas de suas células podendo conduzir a planta à morte. Assim, objetivou-se no presente estudo, avaliar os efeitos do estresse salino e níveis de potássio nos teores foliares de íons em plantas de milho híbrido AG 1051. Adotou-se um delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 4 x 4, com quatro níveis de salinidade da água de irrigação (0,8; 2,2; 3,6 e 5,0 dS m⁻¹) e quatro doses de potássio (0,6; 2,5; 5,0 e 7,5 g vaso⁻¹), com cinco repetições. As variáveis analisadas foram: teores foliares de Na⁺ e K⁺ e relação Na⁺/K⁺. A salinidade induziu um aumento nos teores foliares do íon Na⁺. O aumento na dose de potássio provocou incremento no teor foliar de K⁺ e redução na relação Na⁺/K⁺, porém, essas alterações não coincidiram com melhorias no desenvolvimento das plantas de milho estudadas. Por outro lado, verificou-se que o aumento nas doses de potássio implicou no aumento das concentrações desse nutriente na água drenada, resultando na redução da eficiência no aproveitamento do adubo aplicado.

PALAVRAS-CHAVE: Nutrição mineral, adubação, água de irrigação

ION LEVELS IN LEAVES OF MAIZE PLANTS SUBMITTED TO SALINITY AND DOSES OF POTASSIUM IN PROTECTED ENVIRONMENT

SUMMARY: The excess salts in the leaves of plants can disturb the physiological and biochemical functions of cells, and may lead to plant death. Thus, the objective in the present study was to evaluate the effects of salt stress and potassium levels in foliar levels of ions in hybrid maize AG 1051. We adopted a completely randomized design in 4 x 4 factorial

¹ Estudante, Agronomia - UFC, Departamento de Engenharia Agrícola, Av Mister Hull, s/n Campus do Pici - Bloco 804, CEP 60455-970, Fortaleza, CE. Fone (85) 33669127. e-mail: krishnaribeiro@yahoo.com.br.

² Doutorando, Depto de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE.

³ Doutora, Depto de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE.

⁴ Estudante, Depto de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE

⁵ Prof. Doutor, Depto de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE.

arrangement with four levels of salinity of irrigation water (0.8, 2.2, 3.6 and 5.0 dS m⁻¹) and four doses of potassium (0.6, 2.5, 5.0 and 7.5 g pot⁻¹), with five repetitions. The variables analyzed were foliar concentrations of Na⁺ and K⁺ and Na⁺/ K⁺ ratio. Salinity induced an increase in foliar levels of Na⁺ ion. The increase in the dose of potassium caused an increase in foliar K⁺ and reduced Na⁺/ K⁺ ratio, however, these changes did not coincide with improvements in the development of maize plants studied. On the other hand, it was found that increasing doses of potassium resulted in increased concentrations of this nutrient in the water drained, resulting in reduced efficiency in the use of fertilizer applied.

KEYWORDS - Mineral nutrition, fertilization, irrigation water

INTRODUÇÃO

A salinidade é um estresse abiótico que prejudica a produtividade das plantas, principalmente em regiões áridas e semiáridas onde boa parte das áreas irrigadas encontra-se salinizada. Assim, utilizar esses solos implica na redução do crescimento, do desenvolvimento e dos teores de macronutrientes catiônicos (BAGHALIAN et al., 2008). Tais problemas têm sido responsáveis pelo abandono de milhões de hectares de terras agricultáveis (MUNNS, 2002).

Plantas expostas a altas concentrações de sais enfrentam, geralmente, dois problemas: o primeiro é a absorção de água a partir de um solo com um potencial osmótico baixo e por via de consequência, um potencial hídrico bem menor do que o da planta; o segundo resulta do acúmulo de íons tóxicos no citoplasma, os quais inibem muitas reações metabólicas (SALISBURY; ROSS, 1992). É esse desequilíbrio osmótico e iônico que leva a uma redução no crescimento da planta, a uma baixa absorção de nutrientes, à inibição da fotossíntese e transpiração (NEUMANN, 1997; HASEGAWA et al., 2000). A inibição dos dois últimos fatores tem sido atribuída a reduções na condutância estomática (BRUGNOLI & LAUTERI, 1991), bem como ao acúmulo dos íons Na⁺ e/ou Cl⁻, que afetam desfavoravelmente os processos bioquímicos e fotoquímicos envolvidos na fotossíntese (TAIZ & ZEIGER, 2010).

O milho (*Zea mays* L.), cultura moderadamente tolerante a salinidade, aparece praticamente em todas as regiões brasileiras. Por ser um dos cereais de maior importância econômica do mundo, o milho é uma das espécies mais estudadas. Entretanto, estudos que informam o efeito conjunto da salinidade e da adubação com potássio no desenvolvimento e na fisiologia desta cultura são ainda incipientes.

A partir do exposto acima, objetivou-se no presente estudo avaliar os efeitos do estresse salino e do uso de diferentes doses de potássio no desempenho vegetativo e fisiológico de plantas de milho híbrido AG 1051, em ambiente protegido.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no período de 27 de abril a 1 de junho de 2011, na área experimental da Estação Agrometeorológica pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza (3°45'S; 38°33'W; 20m). De acordo com a classificação de Köppen, o clima local é do tipo Aw', tropical chuvoso, muito quente com predomínio de chuvas nas estações do verão e do outono. As variações de temperatura máxima e mínima durante o experimento dentro da casa de vegetação foram de 36,1 a 28,2°C.

A casa de vegetação onde ocorreu o experimento é do tipo capela, apresenta estrutura de alumínio, cobertura plástica de polietileno com orientação no sentido leste-oeste. Possui dimensões de: 14 m de comprimento, 7 m de largura e pé direito de 3,5 m, com fachadas laterais e frontais cobertas com tela.

A semeadura foi realizada em vasos plásticos com capacidade de 6 L, preenchidos com areia grossa lavada. Foram plantadas cinco sementes por vaso do milho híbrido AG1051, aos sete dias após o plantio foi realizado o desbaste, deixando-se apenas uma planta por vaso. A diferenciação dos tratamentos de salinidade da água e níveis de potássio foi iniciada aos nove dias após a semeadura.

O experimento obedeceu a um delineamento inteiramente casualizado com arranjo fatorial 4 x 4, correspondendo a quatro níveis de salinidade (0,8; 2,2; 3,6 e 5,0 dS m⁻¹) e quatro doses de potássio (0,6; 2,5; 5,0 e 7,5 g planta⁻¹) correspondendo a 10, 50, 100 e 150% da dose recomendada de K₂O; com cinco repetições. A adubação seguiu a recomendação da EMBRAPA (1997), aplicando-se 9,33 g de P₂O₅, 5,0 g de uréia, 0,96 g de FTE. Sendo que as doses de potássio e a uréia foram divididas em duas vezes.

Para o preparo da água salina foram adicionados à água do poço, os sais de NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O, na proporção equivalente a 7:2:1, obedecendo-se a relação entre CEa e sua concentração (mmol_c L⁻¹ = CE x 10) conforme Rhoades et al. (2000). A irrigação foi realizada até 33 dias após o plantio (DAP), em todos os vasos, utilizando-se turno de rega de dois dias, com base na fração de lixiviação de 15%.

Os teores dos íons Na^+ e K^+ nas folhas foram determinados por fotometria de chama. Para realizar as análises, as folhas secas em estufa foram trituradas e o extrato foi obtido através da homogeneização de 100 mg do pó vegetal seco, com 10 mL de água desionizada durante 60 min em banho-maria, agitando-se de 15 em 15 minutos. O homogenato foi centrifugado a 3000 x g por 15 min, sendo o sobrenadante filtrado em papel de filtro e armazenado em refrigerador.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade através do software “ASSISTAT 7.5 BETA” e a análise de regressão foi realizada para os dados em que ocorreu efeito significativo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da análise de variância observa-se que a salinidade influenciou os teores foliares de Na^+ e a relação Na^+/K^+ a 1% de probabilidade, enquanto, as doses de potássio influenciaram os teores de K e a relação Na^+/K (Tabela 1). A interação entre os dois fatores só não influenciou a relação Na^+/K^+ .

Tabela 1. Valores sumarizados da análise de variância dos quadrados médios para os teores de Na^+ , K^+ e relação Na^+/K^+ , em folhas de plantas de milho cultivadas sob diferentes níveis de salinidade e doses de potássio

| Fontes de Variação | GL | Quadrado Médio | | |
|--------------------|----|---------------------|-----------------------|--------------------------|
| | | Na^+ | K^+ | Na^+/K^+ |
| Salinidade (A) | 3 | 52173,8** | 11002,3 ^{ns} | 0,143** |
| Potássio (B) | 3 | 900,8 ^{ns} | 839918,8** | 0,143** |
| Interação (AxB) | 9 | 536,8* | 35981,6** | 0,007 ^{ns} |
| Resíduo | 64 | 1950,7 | 11504,0 | 0,008 |
| CV % | - | 27,9 | 15,9 | 33,5 |

**, * e ^{ns} – significativo a 1% e a 5% de probabilidade e não significativo pelo teste F, respectivamente. CV – coeficiente de variação em porcentagem.

O aumento na salinidade da água de irrigação e das doses de potássio permitiu incrementos lineares nos teores de Na^+ e de K^+ (Figura 1A e B). Por outro lado, aumentos e reduções na relação Na^+/K^+ foram observados, respectivamente, com a aplicação de sal e de doses de potássio (Figura 1 e D).

Sob condições normais, o citoplasma das células das plantas superiores apresenta baixas concentrações de Na^+ e altas concentrações de K^+ . No entanto, sob condições de salinidade, é comum observar-se um aumento drástico nos níveis de Na^+ e concomitantemente uma redução nos níveis de K^+ (BINZEL et al., 1988). No entanto, os resultados do presente

trabalho mostraram um aumento nos teores foliares de K^+ . Esses resultados também diferiram dos encontrados por Azevedo Neto et al. (2004), que observaram reduções dos conteúdos de K^+ tanto nas folhas quanto nas raízes de plantas de milho. Por outro lado, resultados semelhantes aos encontrados no presente trabalhos foram observados por Viana & Kiehl (2010) que verificaram incremento no teor foliar de K^+ e redução na relação Na^+/K^+ em plantas de trigo submetidas a diferentes doses de potássio.

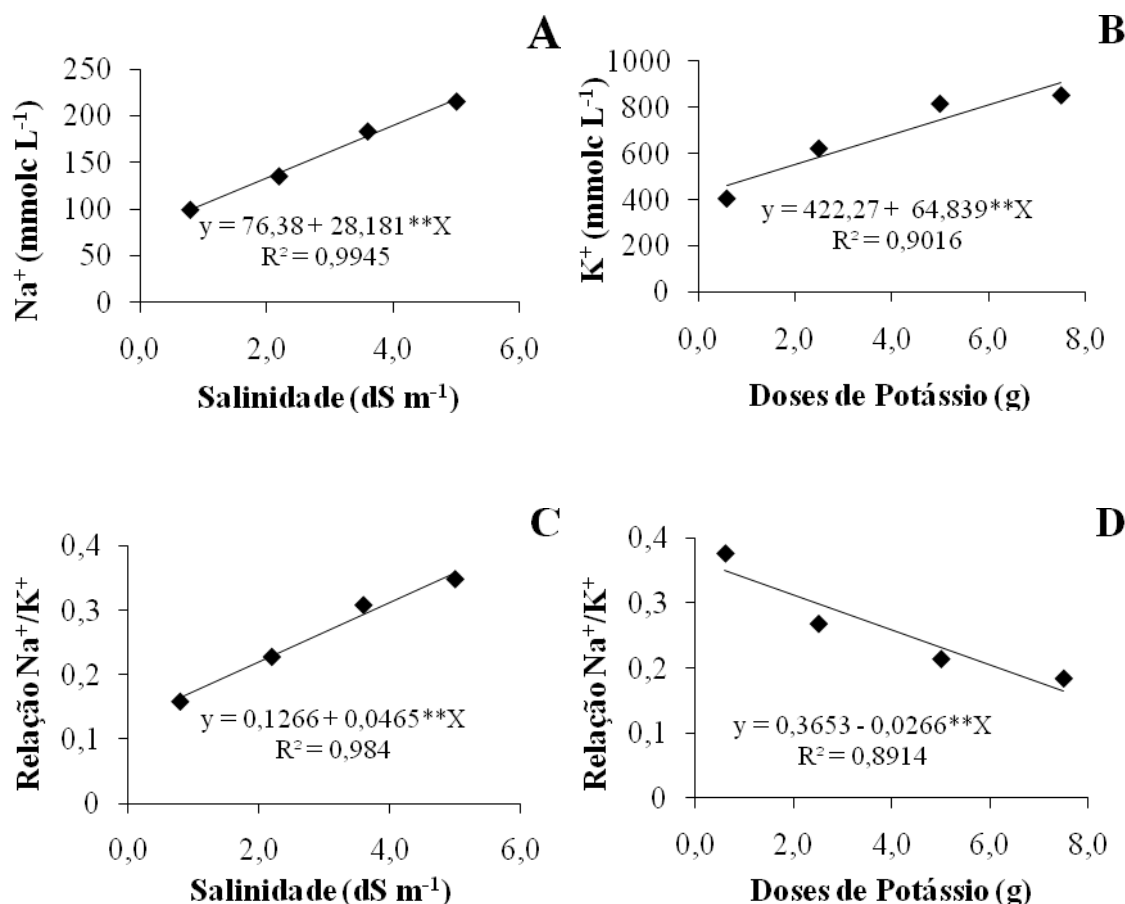


Figura 1. Efeito da salinidade da água de irrigação e das doses de potássio nos teores foliares de Na^+ , K^+ e relação Na^+/K^+ de plantas de milho em ambiente protegido.

Para impedir os efeitos deletérios do Na^+ e/ou Cl^- nas folhas, a condutância estomática é reduzida, o que evita ao mesmo tempo a perda de água por transpiração (NEUMANN, 1997). Entretanto, essa redução no fluxo transpiratório tem consequências negativas para a planta porque afeta os sistemas de captação de luz e os centros fotoquímicos de reação no cloroplasto. Além disso, segundo Hasegawa et al. (2000), a necessidade de a planta fixar o CO_2 , tornaria essa estratégia insustentável a longo prazo.

CONCLUSÕES

O teor foliar do íon K^+ não foi influenciado com aplicação de água salina, mas, sofreu influência das doses de potássio, o contrário do que ocorreu com o íon Na^+ .

Nas condições estudadas as doses de potássio tiveram uma maior influencia nos teores foliares dos íons Na^+ e K^+ do que a salinidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO NETO, A. D.; TABOSA, J. N. Estresse salino em plântulas de milho: Parte I Análise de crescimento. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande. v.4, n.2, p.159-164, 2000.

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.

BINZEL M.; HESS F.; BRESSAN R.; HASEGAWA P. Intracellular compartmentation of ions in salt adapted tobacco cells. Plant Physiology, v. 86, p. 607-614, 1988.

BRUGNOLI, E.; LAUTERI, M. Effects of salinity on stomatal conductance, photosintetic capacity, and carbon isotope discrimination of salt tolerant (*Gossypium hirsutum* L.) and salt-sensitive (*Phaseolus vulgaris* L.) C_3 non-halophytes. Plant Physiology, v. 95, p. 628-635, 1991.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análise de solo. CNPS. 2 ed. Rio de Janeiro, 212p., 1997.

HASEGAWA, P. M.; BRESSAN, R. A.; ZHU, J. K.; BOHNERT, H. J. Plant cellular and molecular responses to high salinity. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, v. 51, p. 463-499, 2000.

NEUMANN, P. Salinity resistance and plant growth revisited. Plant, Cell and Environment, v. 20, p. 1193-1198, 1997.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. Uso de águas salinas para produção agrícola. Trad. GHEYI, H. R.; SOUSA, J. R. de.; QUEIROZ, J. E. Campina Grande: UFPB, 2000.

SALISBURY F., ROSS C. Plant Physiology. Fourth edition. California: Wadsworth Publishing Company, 1992, 682 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Plant Physiology. 5. ed. Sunderland: Sinauer Associates, Inc., 2010. 782 p.

VIANA, E.M.; KIEHL, J.C., Doses de nitrogênio e potássio no crescimento do trigo. Bragantia Campinas, v. 69, n. 4, p975-982, 2010