

## Clones de cajueiro-anão precoce expostos ao estresse salino e ao acúmulo de potássio e sódio<sup>1</sup>

### Clones of dwarf-precocious cashew submitted to salt stress and the accumulation of potassium and sodium

Francisco Abel Lemos Alves<sup>2</sup>, Sérgio Luiz Ferreira da Silva<sup>3</sup>, Evandro Nascimento da Silva<sup>4</sup> e Joaquim Albenisó Gomes da Silveira<sup>5,\*</sup>

**Resumo** - Objetivou-se caracterizar diferenças no padrão de absorção e partição dos íons potássio (K<sup>+</sup>) e sódio (Na<sup>+</sup>) em raízes e folhas de clones de cajueiro anão-precoce expostos ao estresse salino. Plântulas de cajueiro anão-precoce clone CCP 06, CCP 09 e CAPI 9 com oito folhas foram cultivadas em solução nutritiva contendo 100; 200; 300 e 400 mM de NaCl e a dose controle durante 48 horas sob condições controladas – câmara de crescimento (25 ± 2 °C, fotoperíodo de 12 horas e intensidade luminosa de 240 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>). O acúmulo de K<sup>+</sup> e de Na<sup>+</sup> foi similar nas raízes dos três clones avaliados. O conteúdo de K<sup>+</sup> foi reduzido nas raízes e o de Na<sup>+</sup> aumentou em função das doses de NaCl. Nas folhas, os clones apresentaram pequena diferença entre si quanto ao acúmulo de Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup>. Os clones CCP 09 e CCP 06 restringiram com grande eficiência o acúmulo de Na<sup>+</sup> nas folhas, especialmente até as doses de 200 mM de NaCl, comparado ao genótipo CAPI 9. O clone CCP 09 apresentou maior relação K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> nas folhas, o que pode ser uma característica favorável à resistência ao excesso de Na<sup>+</sup> no solo.

**Palavras-chave:** *Anacardium occidentale*-Estresse salino. Efeitos do Sódio. Efeitos do Potássio.

**Abstract** – The objective of this work was to characterize contrast in the pattern of uptake and partitioning of potassium ions (K<sup>+</sup>) and sodium (Na<sup>+</sup>) among roots and leaves of three dwarf cashew genotypes exposed to different NaCl levels. Dwarf cashew seedlings, clones CCP 06, CPC 09 and CAPI 9 at eight leaves stage, were grown in nutrient solution containing 100, 200, 300 and 400 mM NaCl and the dose control during 48 hours under controlled conditions – a growth chamber (25 ± 2 °C, photoperiod 12 h and light intensity 240 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>). The accumulation of K<sup>+</sup> and Na<sup>+</sup> was similar in the roots of the three clones evaluated. The K<sup>+</sup> content was reduced in the roots and the Na<sup>+</sup> content increased in function of the doses of NaCl. In leaves, the clones showed little difference in the accumulation of Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup>. The clones CCP 09 and CPC 06 restricted with greater efficiency the Na<sup>+</sup> accumulation in leaves, especially until the 200 mM NaCl doses, compared to CAPI 9 genotype. The clone CCP 09 showed highest K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> ratio in leaves which might be a favorable characteristic of resistance against the excess of Na<sup>+</sup> in soils.

**Key words:** *Anacardium occidentale*-Salt stress. Effects of Sodium. Effects of Potassium.

\* autor para correspondência

Recebido para publicação em 22/10/2007; aprovado em 12/05/2008

<sup>1</sup>Parte da Monografia apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal do Ceará, defendida em 2006

<sup>2</sup>Eng. Agrônomo, Mestrando em Bioquímica de Plantas, Dep. Bioquímica e Biologia Molecular, UFC, abel\_agro@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Eng. Agrônomo, Doutorando em Bioquímica de Plantas, Dep. Bioquímica e Biologia Molecular, UFC, sergou@zipmail.com.br

<sup>4</sup>Eng. Agrônomo, Doutorando em Bioquímica de , Dep. Bioquímica e Biologia Molecular, UFC, evandrons@oi.com.br

<sup>5</sup>Eng. Agrônomo, D. Sc., Prof. do Dep. Bioquímica e Biologia Molecular, Universidade Federal do Ceará, Caixa Postal 12. 168, CEP: 60.455-970, Fortaleza, CE, silveira@ufc.br

## Introdução

A salinidade dos solos é considerada uma das maiores limitações para a produção agrícola nas regiões áridas e semi-áridas do mundo (LACERDA, 2003). Tal limitação pode ser causada pelos seguintes fatores: baixa precipitação, alta evaporação, natureza das rochas nativas e baixa qualidade das águas de irrigação (TAIZ; ZEIGER, 2006).

O elevado teor de sais promove estresse osmótico nas plantas, devido ao acúmulo de solutos na solução do solo, bem como toxicidade iônica em função da elevada concentração de sódio ( $\text{Na}^+$ ) e cloro ( $\text{Cl}^-$ ) nos tecidos vegetais. O acúmulo excessivo desses íons afeta as relações  $\text{K}^+/\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+/\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{Cl}^-/\text{NO}_3^-$ , alterando a homeostase iônica e nutricional da célula (GRATTAN; GRIEVE, 1999; APSE et al., 2003). Todos esses fatores podem afetar funções bioquímicas e fisiológicas essenciais ao metabolismo celular, podendo levar à redução da eficiência metabólica e até mesmo, à morte da célula (SHI et al., 2002; ZHU, 2003).

O  $\text{K}^+$  atua no balanço de cargas negativas provenientes de proteínas, ácidos nucleicos e outros nutrientes aniônicos, além de atuar na ativação de inúmeras reações enzimáticas (MAATHUIS; AMTMANN, 1999; EPSTEIN; BLOOM, 2006). O  $\text{K}^+$  é um soluto inorgânico predominante na planta, sendo o que mais contribui para o decréscimo do potencial osmótico em células do estelo de raízes, estabelecendo desta maneira, a pressão de turgor, o balanço de água e o transporte de solutos através do xilema da planta (MARSCHNER, 1995; EPSTEIN; BLOOM, 2006). A manutenção de níveis adequados de  $\text{K}^+$  é essencial para a sobrevivência das plantas em ambientes salinos. Sob tal estresse a manutenção de uma alta razão  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  no citosol da célula é relatada para ser um fator determinante na tolerância e/ou aclimação das plantas (MAATHUIS; AMTMANN, 1999; ZHU, 2003).

Sob condições de salinidade-sódica ou condições sódicas, altas doses de  $\text{Na}^+$  não só interferem na aquisição de  $\text{K}^+$  pelas raízes, mas também podem provocar danos nas membranas de raízes e alterar sua seletividade (VIÉGAS et al.,

2001). A seletividade do sistema radicular para o  $\text{K}^+$  sobre o  $\text{Na}^+$  deve ser suficiente para satisfazer os teores de  $\text{K}^+$  requerido para os processos metabólicos, regulação do transporte de íons e para o ajustamento osmótico (MAATHUIS; AMTMANN, 1999). O mecanismo de influxo de  $\text{Na}^+$  sobre a membrana plasmática não está bem caracterizado. Sugere-se que a absorção de  $\text{Na}^+$  ocorre por um sistema de alta afinidade para absorção de  $\text{K}^+$  (HORIE; SCHROEDER, 2004), além de canais não seletivos para absorção de íons (BLUMWALD et al., 2000).

Objetivou-se, com esse estudo, caracterizar diferenças no padrão de absorção e partição dos íons potássio ( $\text{K}^+$ ) e sódio ( $\text{Na}^+$ ) em raízes e folhas de clones de cajueiro anão-precoce expostos ao estresse salino.

## Materiais e métodos

### Condições de crescimento

A fase de germinação e o desenvolvimento inicial das mudas foram conduzidos em casa de vegetação, situada no campus do Pici, Fortaleza, Ceará, Brasil (latitude  $3^{\circ}44' \text{ S}$ , longitude  $38^{\circ}33' \text{ W}$ ), temperatura de 28 a 36 °C durante o dia, e de 24 a 27 °C durante a noite e a umidade relativa de 40 a 80% (dia/noite). A radiação fotossintética ativa máxima nas proximidades das folhas foi aproximadamente  $1.200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , mensurada com um “quantum sensor” acoplado a um porômetro (LI-1600 steady state porometer, Li-Cor, USA).

### Material vegetal e condução das plantas

Sementes de cajueiro anão-precoce *Anacardium occidentale* L. progênies dos clones CCP 06, CCP 09 e CAPI 9 foram superficialmente esterilizadas em uma solução comercial de hipoclorito de sódio a 10% (v/v) com aeração contínua durante 10 minutos, lavadas com água da torneira e posteriormente com água destilada para remover os resíduos do agente esterilizante. Esses clones foram imersos em água destilada por um período de 24 horas com o objetivo de acelerar o processo de germinação (VIÉGAS; SILVEIRA, 1999). Em seguida, os clones foram postos para germinar em vasos plásticos de 800 mL contendo

vermiculita e irrigados diariamente com água destilada até a queda dos cotilédones (30 dias após o plantio), onde passaram a receber solução nutritiva de Hoagland e Arnon (1950) modificada, apresentando a seguinte composição de macronutrientes (mM): 2,5  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ; 1,0  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ; 0,5  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ; 0,5  $\text{MgSO}_4$  e 2  $\text{KNO}_3$ , e micronutrientes ( $\mu\text{M}$ ) 40  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ; 9  $\text{MnCl}_2$ ; 3  $\text{CuSO}_4$ ; 7  $\text{ZnMoO}_4$ ; 0,1  $\text{Na}_2\text{MoO}_4$ ; 100 Fe-EDTA, com ajuste do pH para 6,0.

Aos 35 dias após a germinação, plântulas com aproximadamente oito folhas foram transferidas para erlenmeyer de 250 mL, contendo solução nutritiva aerada, com a seguinte composição de macronutrientes (mM): 0,25  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ; 0,10  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ; 0,05  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ; 0,05  $\text{MgSO}_4$  e 0,2  $\text{KNO}_3$ , e micronutrientes ( $\mu\text{M}$ ) 4  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ; 0,9  $\text{MnCl}_2$ ; 0,3  $\text{CuSO}_4$ ; 0,7  $\text{ZnMoO}_4$ ; 0,01  $\text{Na}_2\text{MoO}_4$ ; 10 Fe-EDTA, com pH mantido próximo a  $6,0 \pm 0,5$ , a partir de correções diárias com NaOH ou HCl 0,01 mM.

As plântulas foram mantidas em câmara de crescimento sob condições controladas de temperatura (27/23 °C), umidade (70%), fotoperíodo de 12 horas e radiação fotossintética de aproximadamente  $240 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , onde permaneceram por um período de 24 horas para aclimação. Em seguida, foram adicionadas doses de cloreto de sódio (NaCl) 100; 200; 300; 400 mM e a dose controle na solução nutritiva.

Após 48 horas de exposição a tais doses de NaCl, o material vegetal foi coletado, separados em raízes e folhas, seco em estufa a 70 °C por 72 horas, moído e determinado a concentração de  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  nas folhas e raízes.

### **Delineamento estatístico e análise dos resultados**

Os tratamentos foram dispostos em arranjo fatorial (3x5), sendo três genótipos (CCP 06, CCP 09, CAPI 9) e cinco doses de NaCl (100; 200; 300; 400 mM e a dose controle), em delineamento inteiramente aleatorizado, com quatro repetições. Os resultados foram submetidos ao teste F a 5% de significância através da análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

## **Análise química**

### **Concentração de sódio e potássio**

As concentrações de sódio e potássio no tecido das folhas e raízes foram realizadas conforme Viégas et al. (2001).

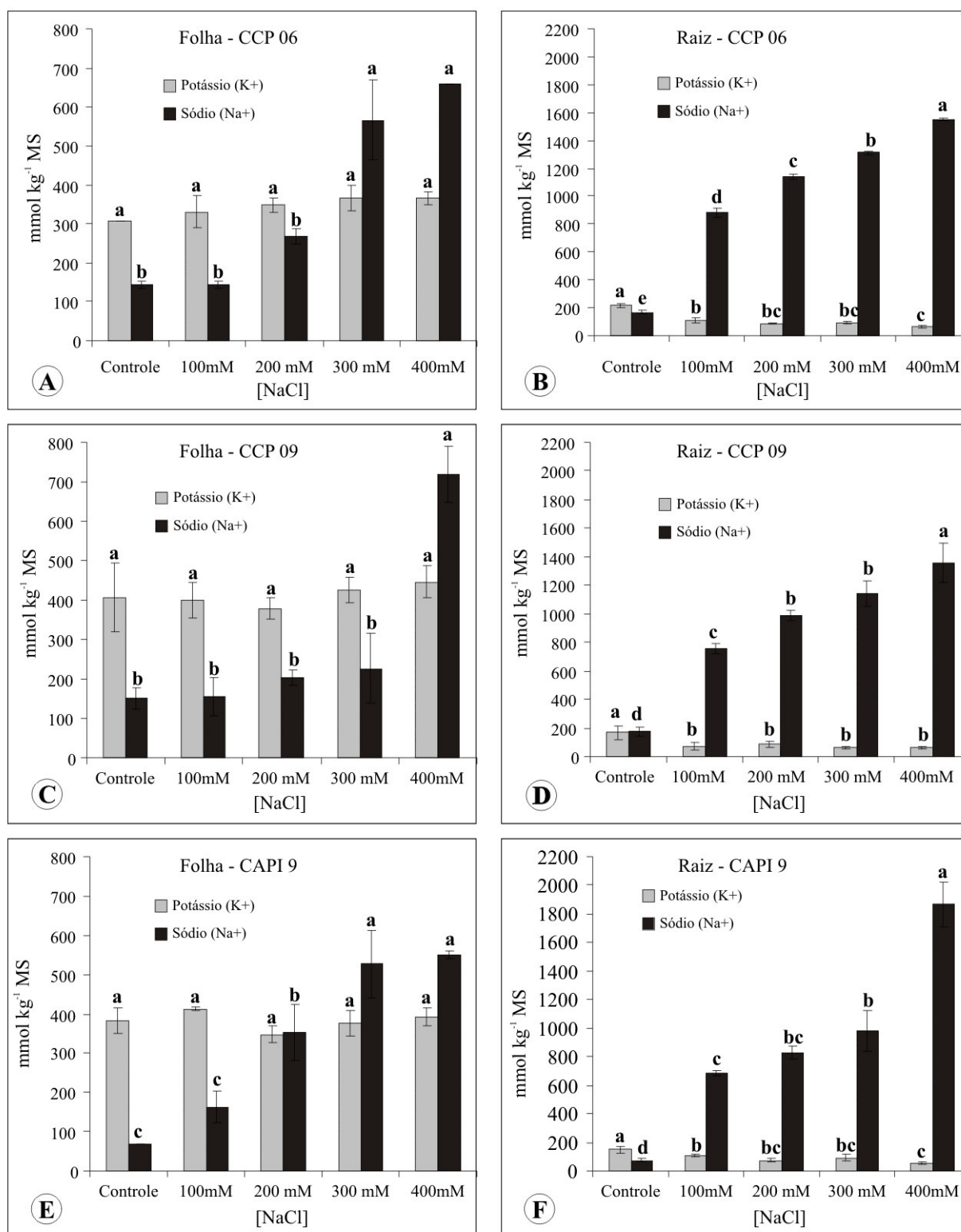
## **Resultados e discussão**

### **Acúmulo de íons em folhas e raízes expostos à salinidade**

Foram observadas diferenças na absorção e distribuição de  $\text{Na}^+$  nas folhas e raízes entre os clones de cajueiro-anão precoce (Figura 1). O incremento nas doses de NaCl na solução induziu o acúmulo de  $\text{Na}^+$  nas folhas e raízes dos clones (Figuras 1A; 1B; 1C; 1D; 1E e 1F). Nas raízes tal acúmulo foi proporcional ao aumento das concentrações de NaCl, proporcionando concentração de 924% de sal no CCP 06, 780% no CCP 09 e 2477% no CAPI 9 (Figura 1A; 1C e 1E). No entanto, o clone CCP 09 apresentou melhor capacidade de retenção desse íon pelo sistema radicular quando comparado ao CCP 06 e CAPI 9.

Estes dois últimos clones apresentaram expressiva transferência de  $\text{Na}^+$  para as folhas já a partir da dose 100 mM de NaCl (CAPI 9) e 200 mM de NaCl (CCP 06). Entretanto, para o clone CCP 09 só foi observado fluxo de  $\text{Na}^+$  nas folhas na dose de NaCl acima de 300 mM (Figura 1D).

Elevado acúmulo de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  no tecido vegetal durante a exposição das plantas ao estresse salino representou um dos principais efeitos desse estresse sobre o metabolismo vegetal. O componente iônico da salinidade pode causar danos irreparáveis em estruturas celulares, as quais podem comprometer a eficiência metabólica e, até mesmo, provocar a morte celular (SHI et al., 2002). O efeito tóxico provocado pelo excesso de  $\text{Na}^+$  oriundo do meio externo pode ser reduzido pelos seguintes mecanismos: restrição da entrada de  $\text{Na}^+$  na célula através de absorção seletiva; exclusão ou compartimentalização no vacúolo do excesso de



**Figura 1** – Concentração de sódio (Na+) e potássio (K+) nas folhas e raízes das plântulas de cajueiro-anão precoce, clones CCP 06 (A; B), CCP 09 (C; D) e CAPI 9 (E; F), expostos a doses de NaCl

Na<sup>+</sup> citossólico (RUBIO et al., 1995), bem como por um eficiente sistema de partição deste íon na planta (ASHRAF; AHMAD, 2000).

A resistência ao estresse salino pode ser definida como a habilidade da planta em manter seu crescimento e metabolismo inalterado quando exposta ao estresse (ZHU; XIONG 2002). Os mecanismos de absorção e o padrão de acúmulo de íons nos componentes da planta são de grande importância para distinção entre genótipos e/ou linhagens sensíveis e resistentes ao sal (ASHRAF; AHMAD 2000).

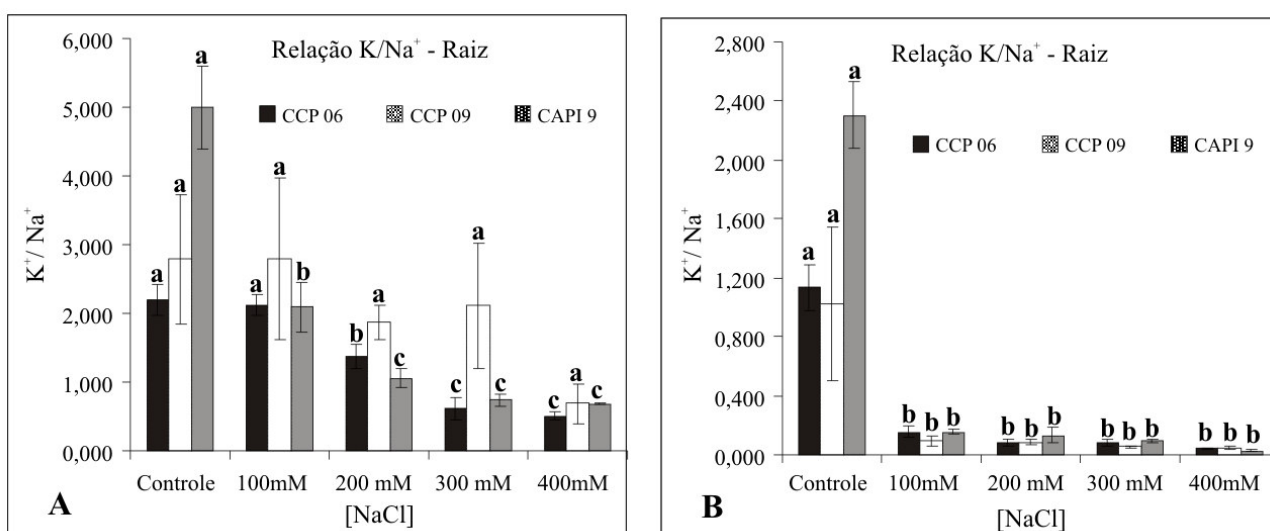
A concentração de K<sup>+</sup> nas raízes foi reduzido pelos tratamentos salinos (Figura 1A; 1C e 1E). Tal redução foi proporcional ao incremento das doses de NaCl, obtendo na maior dose (400 mM), reduções de 70% no clone CCP 06, 63% no CCP 09 e 66% no CAPI 9. Diferente do que aconteceu nas raízes, a concentração de K<sup>+</sup> nas folhas dos clones não foi afetada com o incremento das doses de NaCl na solução nutritiva (Figura 1A; 1C e 1E).

Diminuição na concentração de K<sup>+</sup> nas raízes com o aumento da salinidade na solução nutritiva também tem sido encontrada em cultivares de goiabeira (FERREIRA et al., 2001), oliveira (CHARTZOULAKIS et al., 2002), bananeira (MONTE et al., 2004), gravioleira

(TÁVORA et al., 2004) e tomateiro (PÉREZ-ALFOCEA et al., 1996). Possivelmente, a redução na concentração de K<sup>+</sup> deve-se à exposição direta das raízes ao sal, o que provoca alterações na integridade e permeabilidade seletiva da membrana plasmática (GRATTAN; GRIEVE, 1999; VIÉGAS et al., 2001). Os sistemas de absorção de K<sup>+</sup> são altamente seletivos na zona radicular e as concentrações de K<sup>+</sup> e Na<sup>+</sup> são semelhantes.

No entanto, esses transportadores podem ser utilizados para a absorção de Na<sup>+</sup> quando esse íon encontra-se em excesso em relação ao K<sup>+</sup> (HORIE; SCHROEDER, 2004; CORDERO-MARTÍNEZ et al., 2005; CORDONES-NIEVES et al., 2007). Adicionalmente, tem sido sugerido que o efluxo de K<sup>+</sup> provocado pelo acúmulo excessivo de Na<sup>+</sup> na zona radicular é resultante do deslocamento do Ca<sup>2+</sup> das membranas (VIÉGAS et al., 2001).

A relação K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> foi reduzida com aumento da salinidade (Figura 2), proporcionando reduções de 96% nas raízes do clone CCP 06, 95% no CCP 09 e 98% no CAPI 9 (Figura 2A). Nas folhas, a redução foi menos expressiva com 76% no CCP 06, 75% no CCP 09 e 86% no CAPI 9 (Figura 2B). Viégas et al. (2001) observaram que plantas de cajueiro cultivadas



**Figura 2** – Relação K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> nas folhas (A) e raízes (B) das plântulas de cajueiro-anão precoce, clones CCP 06, CCP 09 e CAPI 9, em função das doses de NaCl

em solução nutritiva hidropônica e submetidas ao estresse salino, mostraram reduções na relação  $K^+/Na^+$  nas folhas. Isso sugere que o aumento nas concentrações de sódio nas folhas pode estar relacionado à baixa seletividade dos sistemas de absorção de potássio. Portanto, aumento na seletividade ao  $K^+$  pode representar um importante mecanismo para incrementar a tolerância das plantas do cajueiro ao estresse salino (VIÉGAS et al., 2001).

Diversos autores têm correlacionado a resistência à salinidade com a manutenção de uma adequada nutrição potássica dentro da planta (TALEISNIK; GRUNBERG, 1994, MAATHUIS; AMTMANN, 1999), podendo a relação  $K^+/Na^+$  ser utilizada como critério de seleção de materiais sensíveis e resistentes ao estresse salino. Múltiplos sistemas de absorção com seletividades para  $K^+$  e  $Na^+$  podem refletir a necessidade da planta em coordenar o influxo desses cátions (SCHACHTMAN; LIU, 1999).

O clone CCP 09 apresentou a capacidade de retenção de  $Na^+$  no sistema radicular até a dose de 300 mM de NaCl (Figura 1D). Nas folhas, observou-se que esse clone obteve maior restrição ao fluxo de  $Na^+$ , demonstrando uma característica importante de sua utilização como porta-enxerto em áreas salinizadas. A capacidade de retenção dos íons salinos  $Na^+$  e  $Cl^-$  pelo sistema radicular com conseqüente restrição do fluxo desses íons para a parte aérea da planta representa um importante mecanismo de resistência à salinidade em porta-enxertos de citrus (STOREY; WALKER, 1999).

## Conclusões

1. A concentração de  $K^+$  nas raízes do cajueiro foi reduzida pelo estresse salino;
2. O clone CCP 09 apresentou padrão fisiológico de partição de  $Na^+$  entre raízes e folhas superior aos demais clones;
3. Com o aumento da salinidade, a concentração de  $Na^+$  foi superior nos tecidos radiculares dos clones.

## Referências

- APSE, M. P.; SOTTOSANTO, J. B.; BLUMWALD, E. Vacuolar cation/ $H^+$  exchange, ion homeostasis, and leaf development are altered in a T-DNA insertional mutant of AtNHX1, the Arabidopsis vacuolar  $Na^+/H^+$  antiporter. **Plante Journal**, v. 36, p. 229-239, 2003.
- ASHRAF, M.; AHAMAD, S. Influence of sodium chloride on ion accumulation, yield components and fibre characteristics in salt-tolerant and salt-sensitive lines of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Field Crops Research**, v. 66, p. 115-127, 2000.
- BLUMWALD, E.; AHARON, S. G.; APSE, P. M. Sodium Transport in Plant Cells. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 1465, p. 140-151, 2000.
- CHARTZOULAKIS, K. S. et al. Effects of NaCl on growth, ion content and  $CO_2$  assimilation rate of six olive cultivars. **Scientia Horticulture**, v. 96, p. 235-247, 2002.
- CORDERO-MARTÍNEZ, M. A.; MARTÍNEZ, V.; RUBIO, F. High-affinity  $K^+$  uptake in plants. **Journal of Experimental Botany**, v. 56, n. 416, p. 1553-1562, 2005.
- CORDONES-NIEVES, M. et al. An  $NH_4^+$ -sensitive component dominates high-affinity  $K^+$  uptake in tomato plants. **Plant Science**, v. 172, p. 273-280, 2007.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2. ed. Maria Edna Tenório Nunes (Tradutora). Londrina: Editora Planta, 2006. 403 p.
- FERREIRA, R. G.; TÁVORA, F. J. A.; HERNANDEZ, F. F. F. Distribuição da matéria seca e composição química das raízes, caules e folhas de goiabeira submetida a estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 01, p. 79-88, 2001.
- GRATTAN, S. R.; GRIEVE, C. M. Salinity-nutrient relations in horticultural crops. **Scientia Horticulturae**, v. 78, p. 127-157, 1999.
- HOAGLAND, D. R., ARNON, D. I. **The water culture method for growing plants without soil**. Berkeley: University of California, (Circular, 347), 1950.
- HORIE, T.; SCHROEDER, J. I. Sodium Transporters in Plants. Diverse Genes and Physiological Functions. **Plant Physiology**, v. 136, p. 2457-2462, 2004.
- LACERDA, C. F. et al. Crescimento e acúmulo de íons em folhas de sorgo forrageiro submetido a soluções isso-osmóticas de sais (NaCl + KCl). **Revista Ciência Agronômica**, v. 34, n. 01, p. 7-12, 2003.
- MAATHUIS, F. J. M.; AMTMANN, A.  $K^+$  Nutrition and  $Na^+$  Toxicity: Basis of Cellular  $K^+/Na^+$  Ratios. **Annals of Botany**, v. 84, p. 123-133, 1999.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. London: Academic Press, 1995. 889 p.
- MONTE, W. B. et al. Crescimento e teores de minerais em plantas jovens de duas cultivares de bananeira submetidas a estresse salino. **Revista de Ciência Agronômica**, v. 35, n. especial, p. 157-164, 2004.

- PÉREZ-ALFOCEA, F. et al. Agronomical and physiological characterization of salinity tolerance in a commercial tomato hybrid. **Plant Soil**, v. 180, p. 251-257, 1996.
- RUBIO, F.; GASSMAN, W.; SCHROEDER, J. I. Sodium-driven potassium uptake by the plant potassium transporter HKT1 and mutations conferring salt tolerance. **Science**, v. 270, p. 1660-1663, 1995.
- SCHACHTMAN, D.; LIU, W. Molecular pieces to the puzzle of the interaction between potassium and sodium uptake in plants. **Trends Plant Science**, v. 04, p. 281-287, 1999.
- SHI, H. et al. The putative plasma membrane Na<sup>+</sup>/H<sup>+</sup> antiporter SOS1 controls long-distance Na<sup>+</sup> transport in plants. **The Plant Cell**, v. 14, p. 466-477, 2002.
- STOREY, H.; WALKER, R. R. Citrus and salinity. **Scientia Horticulture**, v. 78, p. 39-81, 1999.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 614-641.
- TALEISNIK, E.; GRUNBERG, K. Ion balance in Tomato Cultivars differing in salt tolerance. In: Sodium and Potassium accumulation and fluxes under moderate salinity. **Physiologia Plantarum**, v. 92, p. 528-534, 1994.
- TÁVORA, F. J. A. F.; LIMA, E. C. C.; HERNANDEZ, F. F. F. Composição mineral das raízes caules e folhas em plantas jovens de graviola submetidas a estresse salino. **Revista de Ciência Agronômica**, v. 35, n. 01, p. 44-51, 2004.