

## RELAÇÃO $\text{Na}^+/\text{K}^+$ EM DEZ GENÓTIPOS DE CITROS SUBMETIDOS A ÁGUA DE DIFERENTES SALINIDADES

Maria da Saúde de Sousa Ribeiro<sup>1</sup>, Bruno Gabriel Monteiro da Costa Bezerra<sup>2</sup>, Claudivan Feitosa de Lacerda<sup>3</sup>, Aureliano Albuquerque Ribeiro<sup>4</sup>,  
Wiliana Júlia Ferreira de Medeiros<sup>5</sup>, Marcos Eric Barbosa Brito<sup>6</sup>

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar o acúmulo de  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  e a relação  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ , em dez genótipos de citros, sob irrigação com água de baixa e alta salinidade. O experimento foi realizado na Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campus de Pombal, PB. Foram estudados indivíduos provenientes dos seguintes cruzamentos: 1. Cinco genótipos do cruzamento: tangerineira Sunki x [limoeiro Cravo (LCR) (*Citrus limonea* L. Osbeck) x *Poncirus trifoliata* (TR)]; 2. Quatro genótipos do cruzamento TSKFL x [*Poncirus trifoliata* Beneke (TRBK)]; 3. Limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (LCRSTC) como genótipo testemunha. As plantas foram irrigadas com águas de baixa ( $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ ) e alta salinidade ( $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ ). Utilizou o delineamento experimental de blocos casualizados, com três repetições. Foram avaliados os teores foliares de  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$ , nos períodos seco e chuvoso. Os maiores teores de  $\text{Na}^+$  foram observados nas plantas irrigadas com água de maior salinidade, principalmente no período seco. As combinações 1 (TSKC X (LCR x TR) – 017), 4 (TSKFL X (LCR x TR) – 012) e 7 (TSKFL x TRBK – 017) se destacaram por apresentar menor acúmulo de  $\text{Na}^+$  e menor relação  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ . Houve um menor desequilíbrio nutricional no período chuvoso, levando-se em consideração a relação de  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ .

**PALAVRAS-CHAVE:** Estresse salino; Citros; Nutrição mineral.

## SODIUM / POTASSIUM RATIO IN TEN CITRUS GENOTYPES SUBMITTED TO WATER OF DIFFERENT SALINITIES

<sup>1</sup> Doutoranda, UFC, Fortaleza – Ceará. Email: sauderibeiro@gmail.com

<sup>2</sup> Graduando em agronomia, UFC, Fortaleza – Ceará. Email: brunog768@gmail.com

<sup>3</sup> Professor, Doutor, UFC, Fortaleza- Ceará. Email: claudivan\_@hotmail.com

<sup>4</sup> Doutorando, UFC, Fortaleza – Ceará. Email: alburibeiro@hotmail.com

<sup>5</sup> Doutoranda, UFC, Fortaleza – Ceará. Email: juliamedeirosagro@gmail.com

<sup>6</sup> Professor, Doutor, UFS, Campus do Sertão – Nossa Senhora da Glória, Sergipe. Email: marcosericbb@yahoo.com.br

**ABSTRACT:** The objective was to evaluate the Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup> accumulation and the Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> ratio in ten citrus genotypes under irrigation with low and high salinity water. The experiment was carried out at the Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campus of Pombal, PB. We studied individuals from the following crosses: 1. Five genotypes of the cross: Sunki x mandarin (Lime) (*Citrus limonea* L. Osbeck) and *Poncirus trifoliata* (TR)]; 2. Four genotypes of the TSKFL x [*Poncirus trifoliata* Beneke (TRBK)] cross; 3. Lemon tree 'Cravo Santa Cruz' (LCRSTC) as control genotype. Plants were irrigated with water of low (0.3 dS m<sup>-1</sup>) and high (3.0 dS m<sup>-1</sup>) salinity. It was used a randomized complete block design, with three replications. The Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup> contents were evaluated during dry and rainy seasons. The highest Na<sup>+</sup> content was observed in the plants irrigated with water of higher salinity, mainly in the dry period. Combinations 1(TSKC X (LCR x TR) – 017), 4 (TSKFL X (LCR x TR) – 012) and 7 (TSKFL x TRBK – 017) were characterized by lower accumulation of Na<sup>+</sup> and lower Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> ratio. There was a lower nutritional imbalance in the rainy season, taking into account the Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> ratio.

**KEYWORDS:** Salt stress; Citrus; Mineral nutrition.

## INTRODUÇÃO

Os citros estão entre os grupos de frutíferas que possuem grande importância econômica para o Brasil, devido ao seu alto valor agregado e grande aceitação no mercado interno e externo. Como qualquer outra frutífera, os citros, demandam quantidades expressivas de água para produzir, porém a irregularidade de chuvas limita a disponibilidade de água de boa qualidade no semiárido nordestino. Para essa região o uso de água salobra pode ser uma alternativa para suprir a demanda hídrica das culturas, principalmente no período de estiagem (Sá et al., 2013; Brito et al., 2014).

Sabe-se que em condições salinas, as plantas cítricas tendem a reduzir seu crescimento e sua área foliar, de forma a afetar diretamente seus processos fisiológicos, tais como a fotossíntese, condutância estomática e transpiração, além de causar desordem nos processos nutricionais e bioquímicos (Perez & Perez, 2015; Dias et al., 2016). Dessa forma, o uso de combinações copa/porta-enxerto de citros tolerantes à salinidade pode viabilizar a utilização de água de baixa qualidade e de solos salinos (Fernandes et al., 2011; Brito et al., 2014).

As principais consequências dos sais sob as culturas, são o efeito osmótico, onde o acúmulo de sais no solo interfere diretamente na absorção de água pelas plantas. Além disso,

ocorrem os desequilíbrios nutricionais, com a redução da absorção de nutrientes como  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{K}^{+}$  e  $\text{NO}^{3-}$  que competem com os íons que se encontram em excesso no solo (Tavakkoli et al., 2012) e o iônico, o qual decorre, em grande parte, de alterações nas relações  $\text{Na}^{+}/\text{K}^{+}$  e de concentração excessiva de íons salinos ( $\text{Na}^{+}$ ,  $\text{Cl}^{-}$ ) em especial nas folhas, que são prejudiciais ao metabolismo celular (Horie e Schroeder, 2004). Além disso, o fato de se saber que em citros sob estresse salino, o cloreto parece ser o íon mais tóxico, levou a pouca atenção à absorção de  $\text{Na}^{+}$  e aos mecanismos de transporte em citros (Martínez-Alcantara et al., 2015).

Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o acúmulo de  $\text{Na}^{+}$  e  $\text{K}^{+}$  e a relação  $\text{Na}^{+}/\text{K}^{+}$ , em dez genótipos de citros, sob irrigação com água de baixa e alta salinidade.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizado no município de Pombal, Paraíba, PB, nas coordenadas geográficas 6°47'20" de latitude S e 37°48'01" de longitude W, a uma altitude de 194 m.

O delineamento experimental foi realizado em blocos casualizados, com esquema fatorial composto por dois fatores, sendo: dois níveis de salinidade da água de irrigação (CEa), onde S1 = 0,3 e S2 = 3,0  $\text{dS m}^{-1}$  e dez genótipos de citros, onde cinco dos mesmos eram provenientes do cruzamento: tangerineira Sunki [três da seleção Comum (TSKC) e dois da seleção da Flórida (TSKFL)] x [limoeiro Cravo (LCR) (*Citrus limonea* L. Osbeck) x *Poncirus trifoliata* (TR)]; 2. Quatro genótipos do cruzamento TSKFL x [*Poncirus trifoliata* Beneke (TRBK)]; 3. Limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (LCRSTC) como genótipo testemunha. A partir desses cruzamentos ficaram definidas 10 combinações: G1 = TSKC X (LCR x TR) – 017; G2 = TSKC X (LCR x TR) – 032; G3 = TSKC X (LCR x TR) – 059; G4 = TSKFL X (LCR x TR) – 012; G5 = TSKFL X (LCR x TR) – 018; G6 = TSKFL x TRBK – 011; G7 =; G8 = TSKFL x TRBK – 028; G9 = TSKFL x TRBK – 030 e G10 = LCRSTC, todas provenientes do programa de melhoramento genótipos de Citros (PMG-Citros) da Embrapa Mandioca e Fruticultura.

As águas de irrigação foram preparadas a partir da mistura de sais na proporção equivalente de 7:2:1, entre Na:Ca:Mg, respectivamente, utilizando-se NaCl,  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , relação esta predominante aos íons em fontes de água utilizada para irrigação, em pequenas propriedades do Nordeste brasileiro (Medeiros, 1992; Audry; Suassuna, 1995).

As mudas de cada genótipo de citros enxertada com a limeira ácida 'Tahiti' foram obtidas junto ao viveiro de produção de mudas da Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas, BA.

As plantas foram cultivadas em lisímetros de 150 L, sendo que o solo utilizado no preenchimento foi retirado de área próxima da pesquisa. A irrigação com água salinizada, conforme cada nível de salinidade, foi realizada diariamente, com uso de sistema de irrigação por gotejamento instalado nos lisímetros, tendo início aos 30 dias após o transplante.

A análise estatística dos dados foi realizada através do programa "ASSISTAT 7.5 BETA", consistindo da análise de variância, em um delineamento fatorial.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação aos teores foliares de sódio, observa-se que no período chuvoso (Figura 1 A), a testemunha apresentou maior teor de sódio ( $5,93 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$ ) em relação as demais combinações. Em contrapartida, a combinação 7 foi a que menos acumulou em suas folhas ( $4,23 \text{ g kg}^{-1}$ ), isso quando submetidos a irrigação com água de CE  $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ . Já quando irrigadas com água de salinidade 0,3, a combinação 5 apresentou maior acúmulo de sódio foliar ( $16,7 \text{ g kg}^{-1}$ ), diferindo da 3 que por sua vez, na mesma condição acumulou menos sódio ( $3,83 \text{ g kg}^{-1}$ ). No período seco, em plantas irrigadas com água doce, a combinação 9 apresentou maior acúmulo ( $28,33$ ), enquanto que a testemunha acumulou menos sódio foliar ( $15,00 \text{ g kg}^{-1}$ ). Por ocasião da maior CEa utilizada, a testemunha apresentou um acúmulo bem maior de sódio, com  $75,33 \text{ g kg}^{-1}$  de matéria seca, já a 7, acumulou menos em comparação as demais ( $23,33 \text{ g kg}^{-1}$ ) (Figura 1B).

No período chuvoso, menores taxas de potássio foliares foram encontrados na combinação 7, com  $12,57 \text{ g kg}^{-1}$  enquanto que maiores valores foram observados na combinação 4, apresentando por sua vez  $17,72 \text{ g kg}^{-1}$ . Valores estes encontrados quando a água utilizada para irrigação possuía apenas uma CEa de  $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ . Na condição de maior salinidade, maior taxa de potássio foi observada na combinação 1 ( $18,29 \text{ g kg}^{-1}$ ) e a menor na combinação 3 ( $12,16 \text{ g kg}^{-1}$ ) (Figura 1C). No período seco (Fig. 1D), em condição de baixa salinidade de água de irrigação, a combinação 9 apresentou maiores taxas de potássio em suas folhas, enquanto que a 5 foi a que apresentou menor valor. Quando as plantas foram submetidas a irrigação com a CEa  $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ , a combinação 9, continuou apresentando maior valor em comparação as demais ( $30,75 \text{ g kg}^{-1}$ ), porém, a combinação 3, nessa ocasião foi a

que menos apresentou potássio em suas folhas ( $15,06 \text{ g kg}^{-1}$ ). Sabe-se que a salinidade pode afetar o movimento dos nutrientes no solo, pois reduz o seu deslocamento por fluxo de massa, restringindo principalmente a absorção dos elementos nitrogênio e potássio (Santos; Cavalcante; Vital, 2010). Em citros, para a salinidade  $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ , a absorção de potássio diferente das taxas de nitrogênio, não foi tão afetada, de modo que as respostas entre as combinações foram bem variáveis. Em alguns casos, plantas submetidas a tal CEA apresentaram maior teor de potássio foliar do que mesmo as que foram submetidas a água de salinidade  $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ .

No período chuvoso, a relação  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ , foi bem menor que no período seco, o que nos leva a acreditar que a água oriunda das chuvas, tenha influenciado no menor acúmulo de sódio foliar, e assim, havendo menor desequilíbrio nutricional, visto que a relação foi menor que 1. Maior valor para essa relação foi encontrado nas plantas irrigadas com água acrescida de sais, apresentando 0,50 na combinação 5 (Figura 1E). Já no período seco, principalmente nas plantas irrigadas com água de maior salinidade, a relação apresentou-se bem maior, chegando até 2,84 na testemunha (G10) (Figura 1F). Sabe-se até então que quando a relação  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  alcança valores superiores a 1,0 há um indício de um desequilíbrio nutricional e reforça a maior veemência de toxicidade iônica (Ferreira-Silva et al., 2009). Muitos autores correlacionam a resistência a estresses ambientais com a manutenção de uma nutrição rica em potássio adequada dentro da planta podendo este parâmetro, em alguns casos, ser utilizado como critério de seleção de materiais sensíveis e resistentes a determinado tipo de estresse (Maathuis & Amtmann, 1999).

## CONCLUSÕES

Os maiores teores de  $\text{Na}^+$  foram observados nas plantas irrigadas com água de maior salinidade, principalmente no período seco.

As combinações 1 (TSKC X (LCR x TR) – 017), 4 (TSKFL X (LCR x TR) – 012) e 7 (TSKFL x TRBK – 017) se destacaram por apresentar menor acúmulo de  $\text{Na}^+$  e menor relação  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ . Houve um menor desequilíbrio nutricional no período chuvoso, levando-se em consideração a relação de  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ .

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao INCTSal, ao CNPq e à CAPES pelo suporte financeiro e pela concessão da bolsa de estudos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRITO, M.E.B.; FERNANDES, P.D.; GHEYI, H.R.; MELO, A.S. DE; SOARES FILHO, W. DOS S.; SANTOS, R.T. Sensibilidade à salinidade de híbridos trifoliados e outros porta-enxertos de citros. **Revista Caatinga**, v. 27, n.1, p. 17 - 27, 2014.

DIAS, N. S.; BLANCO, F. F.; SOUZA, E. R.; FERREIRA, J. F. S.; SOUSA NETO, O. N.; QUEIROZ, I. S. R. **Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas na salinidade**. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F de (Ed). Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTSal. p. 151-161, 2016.

FERNANDES, P. D. ; BRITO, M. E. B.; GHEYI, H. R.; SOARES FILHO, W. S.; MELO, A. S.; CARNEIRO, P. T. Crescimento de híbridos e variedades porta-enxerto de citros sob salinidade. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.33, n.2, p.259-267, 2011.

FERREIRA-SILVA, S. L.; VOIGT, E. L.; VIÉGAS, R. A.; PAIVA, J. R.; SILVEIRA, J. A. G. Influência de porta-enxertos na resistência de mudas de cajueiro ao estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.361-367, 2009.

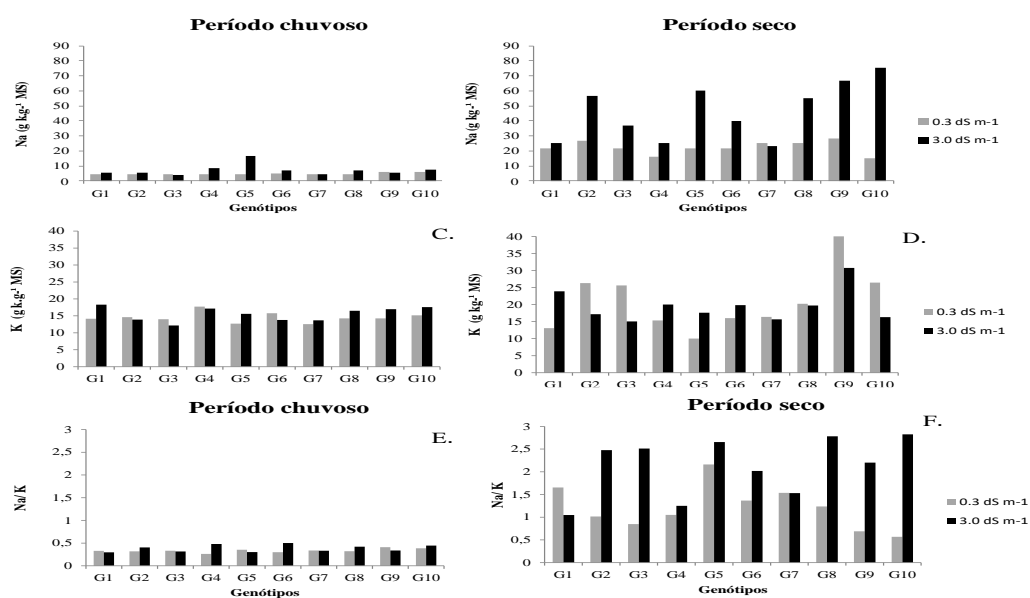
MAATHUIS, F. J. M.; AMTMANN, A. K<sup>+</sup> nutrition and Na<sup>+</sup> toxicity: Bases of cellular K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> ratios. **Annals of Botany**, v.84, p.123-133, 1999.

MARTÍNEZ-ALCANTARA, B.; MARTINEZ-CUENCA, M. R.; QUIÑONES, A.; IGLESIAS, D. J.; PRIMO-MILLO, E.; FORNER-GINER, M. A. Comparative expression of candidate genes involved in sodium transport and compartmentation in citrus. **Environmental and Experimental Botany**, v.111, p. 52-62, 2015

SÁ, F. V. S.; ARAÚJO, J. L.; NOVAIS, M. C.; SILVA, A. P.; PEREIRA, F. H. F.; LOPES, K. P. Crescimento inicial de arbóreas nativas em solo salino-sódico do nordeste brasileiro tratado com corretivos. **Revista Ceres**. v. 60, p. 388-396, 2013.

SANTOS, R. V.; CAVALCANTE, L. F.; VITAL, A. F.M. Interações salinidade-fertilidade do solo. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudo básico e aplicados**. Fortaleza: INCT Sal, 2010. cap. 14, p. 221-252.

SUASSUNA, J. F.; CARDOSO, J. A. F. Produção de citros irrigados com água moderadamente salina. **Irriga**, Edição Especial, p. 396-407, 2012.



**Figura 1.** Teores foliares de sódio (Na) e potássio (K) e relação Na/K em dez genótipos de citros, enxertados com limeira ácida “Tahiti” e irrigados com águas de diferentes salinidades, nos períodos chuvoso e seco.

Onde as combinações são: G1 = TSKC X (LCR x TR) – 017; G2 = TSKC X (LCR x TR) – 032; G3 = TSKC X (LCR x TR) – 059; G4 = TSKFL X (LCR x TR) – 012; G5 = TSKFL X (LCR x TR) – 018; G6 = TSKFL x TRBK – 011; G7 = TSKFL x TRBK – 017; G8 = TSKFL x TRBK – 028; G9 = TSKFL x TRBK – 030 e G10 = LCRSTC.