

# Composição mineral das raízes caules e folhas em plantas jovens de graviola submetidas a estresse salino<sup>1</sup>

## Mineral composition of roots, stems and leaves of young soursop plants under saline stress

Francisco José Alves Fernandes Távora<sup>2</sup>, Eduardo da Cunha Correia Lima<sup>3</sup> e Fernando Felipe Ferreira Hernandez<sup>4</sup>

### RESUMO

Em casa de vegetação plantas de gravioleira (*Annona muricata* L.) com cerca de 5 meses de idade foram estudadas com o objetivo de avaliar respostas a diferentes concentrações de NaCl. As plantas foram cultivadas em vasos, em condições de hidroponia, com solução nutritiva adicionada de 0, 30, 60, 90, 120 e 150 mM de NaCl. Aos 30 e 50 dias após o início do estresse (DAE), foram determinadas as porcentagens de Na, Cl, K, Ca e Mg e a matéria seca das folhas, caule e raízes. A matéria seca da parte aérea e da raiz decresceu com o aumento dos níveis de salinidade. Os teores de sódio e cloro aumentaram em todas as partes da planta, em resposta à salinidade, concentrando-se mais nas raízes. O teor de potássio decresceu significativamente em particular nas raízes. O cálcio e o magnésio tiveram decréscimos não muito acentuados tendo o primeiro se concentrado mais nas folhas e o segundo nas raízes.

**Termos para indexação:** *Annona muricata* L., estresse salino, composição mineral.

### ABSTRACT

A greenhouse experiment was conducted with the objective of studying the response of young soursop plants (*Annona muricata* L.) to increasing levels of NaCl concentrations. The plants were grown in nutrient solutions, with 0, 30, 60 90 120 and 150 mM of NaCl. The plants were harvested 30 and 50 days after saline stress was imposed, and the percentage of Na, Cl, K, Ca and Mg in leaf, stem and root and dry matter was determined. Top and root dry matter decreased with the increase in salinity. The salinity stress caused an increase in the levels of the toxic ions Na<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup>. The highest ion accumulation was found in the roots followed by the leaves. The calcium and magnesium levels decreased slowly. The calcium was found in highest ion concentration in the leaves and the magnesium in the roots. The potassium content was reduced with the increased levels of salinity, particularly in the roots.

**Index terms:** *Annona muricata* L., saline stress, mineral composition.

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 11/04/2003. Aprovado em 22/03/2004.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Ph.D., Prof. Titular, Dep. de Fitotecnia da UFC. E-mail tavora@ufc.br.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, ex-aluno do curso de pós-graduação em Agronomia-Fitotecnia da UFC.

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor, Prof. Titular do Dep. de Solos da UFC.

## Introdução

A gravioleira (*Annona muricata* L.) é uma fruteira da família das Anonáceas, da qual fazem parte cerca de 75 gêneros e mais de 600 espécies (Lopes et al., 1994). Seu mercado está sendo expandido tanto para consumo *in natura* de seu fruto como para a industrialização de sua polpa sob a forma de sucos, concentrados e gelados (Calzavara e Müller, 1987).

Como fruteira tipicamente tropical, seus maiores produtores no Brasil se encontram nas regiões Nordeste e Norte (Pinto e Silva, 1994).

Atualmente, a produção de frutas depende cada vez mais da irrigação, cuja prática inadequada é uma das principais causas do aumento da concentração de sais nos solos utilizados em tal atividade. A salinidade, juntamente com a degradação irreversível dos solos aráveis, se constitui numa das mais importantes ameaças à agricultura mundial (Ebert, 1998).

Os solos afetados por sais são definidos como aqueles que têm sido adversamente modificados para o crescimento da maioria das plantas pela presença de sais solúveis, sódio trocável, ou ambos, na zona radicular. Os sais solúveis são constituídos de várias proporções de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  e em menor frequência de  $\text{K}^+$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  e  $\text{NO}_3^-$  (Soil Science Society of America, 1987).

O problema da salinização é particularmente mais grave nas regiões áridas e semi-áridas do globo, em função da baixa precipitação e do alto índice de evaporação nestas áreas. Tais fatores dificultam a lixiviação dos sais para as camadas mais profundas do solo, fazendo com que eles se acumulem na zona de atuação das raízes da maioria das culturas. No Brasil, aproximadamente 13% do seu território localiza-se em áreas caracterizadas como semi-áridas (Sudene, 1977), participando o Nordeste com 52% deste total.

Nos últimos 30-40 anos, programas governamentais têm instalado e incentivado perímetros irrigados no Nordeste, região que apresenta cerca de 20 a 25% dessas áreas com problemas de solos afetados por sais (Goes, 1978). A recuperação destes solos requer altos investimentos e demanda muito tempo (Araújo Filho et al., 1995), além de necessitar de tecnologia própria que deve ser desenvolvida para as condições específicas de

cada região (Coelho, 1983). A identificação de espécies ou cultivares mais tolerantes à salinidade constitui um dos caminhos estudados para amenizar este problema.

O presente trabalho teve por objetivo estudar o efeito do estresse salino na composição mineral de plantas jovens de gravioleira tipo "Crioula", em solução nutritiva, em condições de casa de vegetação.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado em casa de vegetação no campus do Pici da Universidade Federal do Ceará, situado a 38°32' de longitude oeste e 03°43' de latitude sul, no decorrer dos meses de fevereiro a setembro de 1999.

Sementes de graviola (*Annona muricata*, L.) do tipo Crioula, obtidas no Centro Nacional de Pesquisa da Agroindústria Tropical, da Embrapa, foram plantadas em bandejas de isopor com 72 células usando-se um composto organomineral comercial como substrato. A germinação iniciou-se a partir de 20 dias. Periodicamente realizava-se uma irrigação com fertilizante líquido visando a reposição dos nutrientes no substrato.

Após 3 meses de idade as plantas foram transferidas para vasos plásticos com 5 litros de capacidade, colocando-se duas plantas por vaso.

As raízes ficaram em contato com uma solução nutritiva de Hoagland e Arnon (1950) modificada por Ferreira (1998), cuja composição se encontra na Tabela 1.

Inicialmente, as plantas estiveram em contato durante uma semana com a solução nutritiva diluída em 1/4, passando para uma diluição de 1/2 na segunda semana e, na terceira semana, para a solução com a concentração integral. Após 30 dias nestas condições, as plantas foram submetidas aos tratamentos de estresse salino que constaram da adição de cloreto de sódio (NaCl) à solução nutritiva, de modo a se obter concentrações de 0 (controle), 30, 60, 90, 120 e 150 mM de NaCl. O sal foi adicionado de uma só vez.

O nível da solução era completado com água destilada diariamente e seu pH monitorado e ajustado para 6,0 por meio da adição de ácido clorídrico ou de hidróxido de sódio. A aeração era ininterrupta e, semanalmente, toda a solução era trocada.

**Tabela 1** - Composição química da solução nutritiva utilizada como substrato no estudo com plantas jovens de gravioleira submetidas a diferentes níveis de estresse salino com NaCl.

Concentração dos nutrientes na solução nutritiva			
Macro-nutriente	Concentração	Micro-nutriente	Concentração
N-NO <sub>3</sub>	8,0 mM	Fe	100,00 µM
N-NH <sub>4</sub>	2,0 mM	B	46,00 µM
P	1,0 mM	Cl	9,14 µM
K	3,0 mM	Mn	9,14 µM
Ca	4,0 mM	Zn	0,76 µM
Mg	1,0 mM	Cu	0,32 µM
S	3,1 mM	Mo	0,11 µM

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 6 tratamentos e 5 repetições. A análise estatística foi realizada através de um arranjo fatorial de 6 x 2 (seis concentrações salinas na solução nutritiva e duas épocas de colheita). Foram avaliados os efeitos dos diferentes níveis de salinidade (NaCl) e tempo de aplicação do estresse nas variáveis estudadas. A análise comparativa entre as médias dos tratamentos foi feita pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (Gomes, 1990).

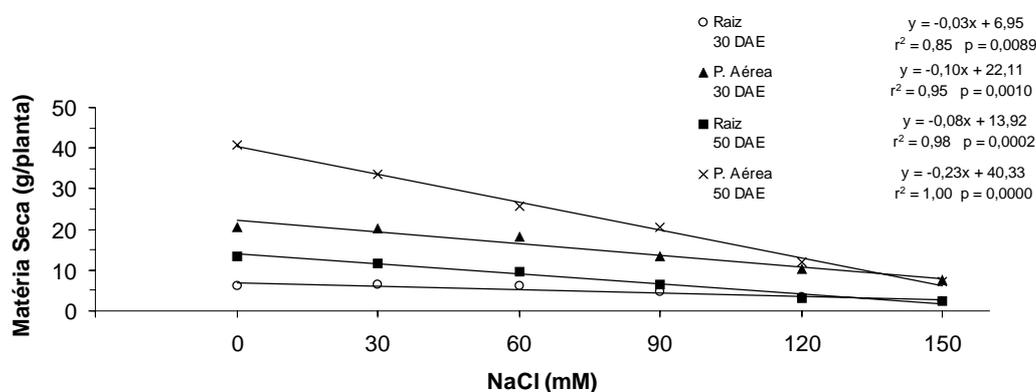
Uma planta por vaso foi colhida após 30 dias de aplicação do estresse salino, sendo então dividida em folhas, caule e raízes que foram secos em

estufa a 65°C até peso constante e depois pesados e moídos. O mesmo procedimento foi feito com o restante das plantas no final do experimento, aos 50 DAE.

Foram determinados os teores de Na, Cl, K, Ca e Mg nas folhas, caule e raízes, aos 30 e 50 DAE. O cálcio, magnésio, potássio e sódio foram extraídos através de agitação em ácido clorídrico. Os teores de Ca e Mg foram medidos por espectrofotometria de absorção atômica e o de K e Na por fotometria de chama (Miyazawa et al., 1984). A extração do cloro foi realizada por meio de agitação em água destilada e seu teor determinado por titulação com nitrato de prata (Malavolta et al., 1989).

## Resultados e Discussão

A redução na produção da matéria seca total em função do aumento das concentrações salinas na solução nutritiva foi significativa já aos 30 DAE, nas concentrações de 120 e 150 mM de sal, representando 51 % da produção da testemunha. A raiz e a parte aérea tiveram comportamentos semelhantes, atingindo 39 e 36% do peso das plantas do controle, em meio com 150 mM de NaCl (Figura 1). Aos 50 DAE, as reduções na matéria seca das raízes e da parte aérea em resposta aos tratamentos com sal foram bem mais acentuadas, correspondendo, respectivamente, a 17 e 18% do controle, quando cultivadas a 150 mM de NaCl.



**Figura 1** - Matéria seca de raiz e parte aérea de plantas jovens de gravioleira em função de níveis de NaCl na solução nutritiva após 30 e 50 dias de aplicação do estresse salino (DAE).

Em trabalho semelhante com duas anonáceas, Ebert (1998) não encontrou diferença significativa na produção de matéria seca da parte aérea em *A. muricata* após o cultivo durante oito semanas em solução com 60 mM de NaCl. Porém, *A. cherimola*, nas mesmas condições, apresentou queda em torno de 40% em relação ao controle, para esta variável. A discrepância em relação aos resultados deste trabalho pode ser decorrente da maior idade das plantas de *A. muricata* utilizadas no citado estudo.

Estudos realizados por Desai e Sing (1980), em plantas de goiabeira submetidas a diferentes concentrações e tipos de sais, mostraram resultados semelhantes em termos de redução de matéria seca. Ferreira (1998), também estudando o efeito da salinidade em goiabeira cultivada em solução nutritiva, observou que a matéria seca das plantas cresceu rapidamente com 30 dias de estresse com

50 mM de NaCl. Patil et al. (1984), observaram que todas as variáveis de crescimento de plantas de goiabeira cultivadas em 44 mM de NaCl foram afetadas negativamente pela salinidade, entre elas o peso fresco total, que foi reduzido em 90% em relação ao controle. O aumento do período de exposição ao estresse salino reduziu com mais intensidade a produção de matéria seca em plantas de citros, cultivadas em solução nutritiva com 50 mM de NaCl, sendo a resposta causada pelo excesso de íons Cl<sup>-</sup> no tecido foliar (Storey, 1995).

Os conteúdos de sódio e de cloro tiveram acréscimos significativos em todas as partes estudadas da planta, tanto em função do aumento da salinidade do meio como do tempo de exposição, com exceção do sódio nas raízes, que não mostrou diferença estatística significativa em relação às duas épocas estudadas (Tabela 2).

**Tabela 2** - Análise da variância e coeficiente de variação da composição mineral das folhas, caule e raízes de plantas jovens de graviola submetidas a 30 e 50 dias de estresse salino. Fortaleza, Ceará. 1999.

Causas de Variação	GL	Quadrado médio				
		Na	K	Mg	Ca	Cl
		Folhas				
Tratamento	5	4,417**	0,259**	0,019**	0,160**	22,485**
Época	1	0,852**	0,008 ns	0,001 ns	0,102*	4,428**
Interação	5	0,039 ns	0,101*	0,001 ns	0,010 ns	0,380 ns
Erro	48	0,050	0,039	0,001	0,018	0,190
CV (%)		19,76	9,61	11,64	9,92	14,28
		Caules				
Tratamento	5	1,814**	0,216**	0,001 ns	0,058**	8,596**
Época	1	0,714**	0,316**	0,030**	0,040*	0,685*
Interação	5	0,319**	0,056 ns	0,003 ns	0,007 ns	0,754**
Erro	48	0,034	0,040	0,002	0,010	0,104
CV (%)		23,02	15,63	10,10	9,94	14,29
		Raízes				
Tratamento	5	6,973**	2,537**	0,025**	0,077**	14,893**
Época	1	0,021 ns	0,307**	0,004 ns	0,081*	0,290*
Interação	5	0,019 ns	0,025 ns	0,002 ns	0,024 ns	0,021 ns
Erro	48	0,038	0,030	0,001	0,015	0,070
CV (%)		12,28	11,04	12,37	17,58	8,13

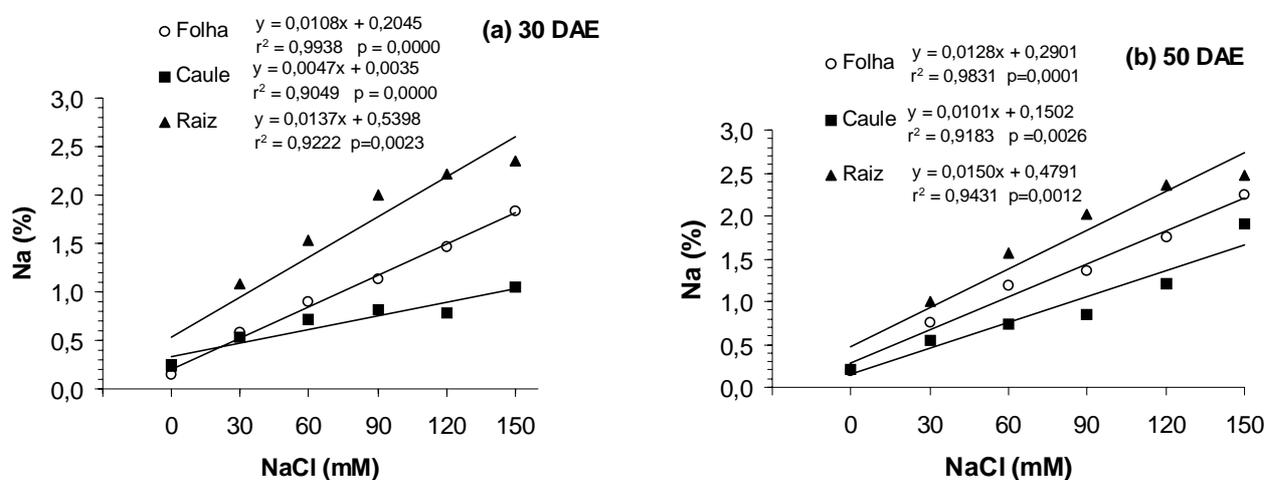
\* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

\*\* - Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ns - não significativo.

Aos 30 e 50 DAE o caule apresentou um aumento dos níveis de sódio de 4,2 e 9,2 vezes, comparando-se o maior nível com o controle, respectivamente. As raízes e as folhas apresentaram níveis próximos deste elemento nas duas datas entre o controle e o maior nível de salinidade (Figura 2). Este comportamento se contrapõe ao obtido por Marler e Zozor (1996), trabalhando com *A. squamosa* em baixas concentrações salinas ( $3 \text{ dS.m}^{-1}$ ) quando observaram que o teor de sódio nas folhas não foi afetado com o aumento do nível de sal na solução. Considerando esta espécie como sensível à salinidade, eles sugeriram a existência de algum

mecanismo de exclusão ou compartimentalização do sódio nas raízes ou caule, diminuindo o movimento deste íon em direção às folhas. No entanto, Ebert (1998), encontrou resultados semelhantes ao nosso em *A. muricata*, enquanto em *A. cherimola* houve maiores concentrações de sódio no caule e na raiz, mantendo-se baixos os teores nas folhas. Em outras espécies, os trabalhos sobre o assunto mostraram um aumento nos teores de sódio nas folhas em função do aumento da salinidade, como foi descrito em citros (Bañuls e Primo-Millo, 1992; Karstens et al., 1993; Zekri e Parsons, 1992) e goiaba (Patil et al., 1984; Ferreira, 2001).

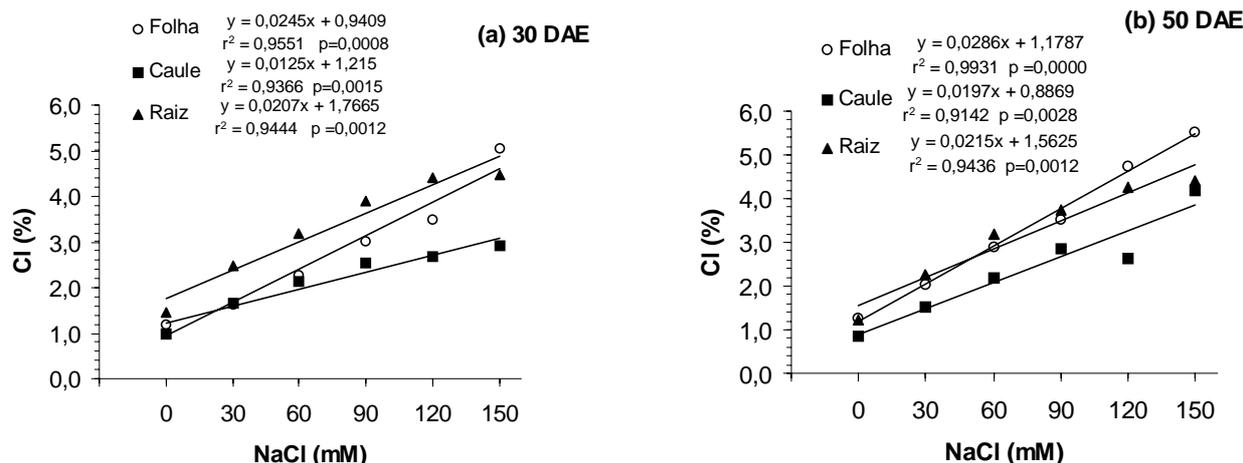


**Figura 2** - Percentagem de sódio em folhas, caules e raízes de mudas jovens de gravioleira em função de níveis de NaCl na solução nutritiva após 30 (a) e 50 (b) dias de aplicação do estresse salino (DAE).

Os teores de cloro nos tecidos da planta aumentaram de forma significativa com os níveis de NaCl no período estudado (Tabela 2). Os níveis de salinidade e o teor deste elemento se relacionaram de forma linearmente positiva (Figura 3). No primeiro período (30 DAE), as folhas e raízes apresentaram os maiores teores deste elemento e o caule os menores. Aos 50 DAE, apesar de o caule continuar apresentando as menores concentrações entre as partes da planta, foi visível o aumento na taxa de acumulação em função dos níveis de salinidade.

Estudando porta-enxertos de citros com 5 meses de idade cultivados em solução nutritiva mais NaCl (-0,10, -0,20 e -0,35 MPa de potencial osmótico), Zekri e Parsons (1992), constataram um acúmulo maior de cloro nas folhas, vindo em seguida a raiz. Também observaram que o maior acúmulo

de cloro nas folhas de *Citrus aurantium* L. causou relativamente menores danos devido à habilidade desta espécie em excluir parcialmente este íon do citoplasma onde ele poderia influir em processos metabólicos. Da mesma forma, Bañuls e Primo-Millo (1992) e Karstens et al. (1993) encontraram em citros maiores concentrações de cloro nas folhas de citros. Por outro lado, Ebert (1998), observou que o cloro se acumulou mais nas folhas e caule do que nas raízes, em pesquisa com duas anonáceas. *A. cherimola* acumulou menos cloro nas folhas novas que *A. muricata*. A maior parte do cloro foi encontrada nas folhas velhas de *A. cherimola*, sendo o responsável pela abscisão precoce observada nessa espécie. O autor especula que o maior teor de cloro nas folhas mais velhas de *A. cherimola* pode ser explicado pela possibilidade de retranslocação das folhas mais jovens para as mais velhas, via xilema.



**Figura 3** - Percentagem de cloro em folhas, caules e raízes de mudas jovens de gravioleira em função de níveis de NaCl na solução nutritiva após 30 (a) e 50 (b) dias de aplicação do estresse salino (DAE).

**Tabela 3** - Composição mineral (% da matéria seca) das folhas, caule e raízes de plantas jovens de gravioleira aos 30 dias após o estresse salino (DAE) com NaCl. Fortaleza, Ceará. 1999.

NaCl (mM)	K	Mg	Ca
Folhas			
0	2,365 a	0,354 ab	1,534 a
30	2,118 ab	0,294 bc	1,397 ab
60	1,954 ab	0,269 c	1,259 b
90	1,839 b	0,303 bc	1,237 b
120	1,930 b	0,328 abc	1,198 b
150	2,020 ab	0,366 a	1,256 b
Caules			
0	1,757 a	0,450 a	0,964 a
30	1,281 b	0,481 a	1,039 a
60	1,215 b	0,447 a	1,079 a
90	1,330 ab	0,459 a	1,049 a
120	1,322 ab	0,433 a	0,998 a
150	1,215 b	0,448 a	0,879 a
Raízes			
0	2,422 a	0,326 ab	0,751 a
30	1,897 b	0,343 a	0,683 a
60	1,708 bc	0,314 abc	0,622 a
90	1,503 cd	0,280 bcd	0,675 a
120	1,219 de	0,247 d	0,629 a
150	1,060 e	0,254 cd	0,667 a

Valores dentro de uma mesma coluna, seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

**Tabela 4** - Composição mineral (% da matéria seca) das folhas, caule e raízes de plantas jovens de gravioleira aos 50 dias após o estresse salino (DAE) com NaCl. Fortaleza, Ceará. 1999.

NaCl (mM)	K	Mg	Ca
Folhas			
0	2,340 a	0,363 a	1,648 a
30	1,897 bc	0,297 b	1,409 ab
60	1,839 c	0,268 b	1,352 b
90	2,061 abc	0,282 b	1,261 b
120	2,233 ab	0,365 a	1,385 ab
150	1,989 bc	0,391 a	1,320 b
Caules			
0	1,379 a	0,424 ab	0,961 c
30	1,051 b	0,369 b	1,047 abc
60	1,182 ab	0,416 ab	1,153 ab
90	1,256 ab	0,423 ab	1,167 a
120	1,133 ab	0,387 ab	1,011 bc
150	1,248 ab	0,433 a	0,981 c
Raízes			
0	2,242 a	0,364 a	0,993 a
30	1,741 b	0,318 a	0,743 ab
60	1,642 b	0,312 a	0,599 b
90	1,519 b	0,243 b	0,679 ab
120	0,965 c	0,226 b	0,761 ab
150	0,841 c	0,207 b	0,692 ab

Valores dentro de uma mesma coluna, seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os resultados do presente estudo indicam que, provavelmente, não houve mecanismos de exclusão dos íons tóxicos ( $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ ) durante o processo de absorção e translocação para a parte aérea da planta, sendo estes acumulados de forma considerável nas folhas, provocando diversos efeitos deletérios como clorose, queima e abscisão das folhas.

O teor de potássio sofreu redução significativa nas raízes com 43,8% e 37,7% do controle, comparado com o nível máximo de salinidade (150 mM), aos 30 e 50 DAE, respectivamente. Caule e folhas tiveram reduções menores comparados com as raízes. Ebert (1998) encontrou em graviola e cherimólia redução nos teores de  $\text{K}^+$  em relação ao controle de 65% e 50% nas raízes e no caule, respectivamente.

O teor de cálcio, independentemente do nível de salinidade, mostrou-se maior nas folhas que nas demais partes da planta. Houve uma tendência de redução do teor de cálcio nas folhas com o aumento da salinidade, com diminuição de 18% e 20%, respectivamente, aos 30 DAE e 50 DAE, quando comparados controle e 150 mM. As variações obtidas nos teores de cálcio no caule e raízes não apresentaram tendência de variação com o aumento da salinidade. Resultados semelhantes foram relatados por Ferreira et al. (2001), em goiabeira.

Os teores de magnésio apresentaram tendência declinante consistente, em função do aumento da salinidade, apenas para as raízes, enquanto os teores do elemento no caule, onde mais se acumulou, não diferiram significativamente aos 30 DAE.

Embora tenha havido mudanças na absorção de K, Mg e Ca em termos absolutos (por planta), em função da redução da matéria seca produzida em resposta à salinidade, em termos relativos, essas modificações foram bem menos expressivas.

As alterações constatadas nos teores de alguns elementos em determinados órgãos da planta refletem os efeitos prejudiciais do sal em relação à capacidade da planta em absorver e utilizar os nutrientes essenciais ao seu desenvolvimento (Leopold e Willing, 1984).

## Conclusões

- O aumento da salinidade na solução nutritiva determinou uma diminuição na produção da matéria seca. A raiz e a parte aérea se comportaram de forma semelhante, fazendo com que a relação entre si não se alterasse.

- Os teores de sódio e cloro aumentaram significativamente em todas as partes da planta com o aumento da salinidade, concentrando-se, principalmente, nas raízes.
- Os teores de potássio na planta reduziram-se significativamente nas raízes.
- O cálcio teve os seus teores reduzidos de forma significativa apenas nas folhas, enquanto nas demais partes da planta permaneceu estável.
- O teores de magnésio reduziram-se significativamente nas raízes mantendo-se estáveis nas folhas e raízes.

## Referências Bibliográficas

- ARAÚJO FILHO, J. B.; GHEYI, H. R.; AZEVEDO, N. C. Tolerância da bananeira à salinidade em fase inicial de desenvolvimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.7, p.989-997, 1995.
- BAÑULS, J.; PRIMO-MILLO, E. Effects of chloride and sodium on gas exchange parameters and water relations of *Citrus* plants. **Physiologia Plantarum**, v.86, p.115-123, 1992.
- CALZAVARA, B. B.; MÜLLER, C. H. **Fruticultura tropical: a graviola (*Annona muricata* L.)**. Belém, EMBRAPA/CPATU, 1987. 36p. (EMBRAPA/CPATU. Documentos, 47).
- COELHO, M. Aspectos da dinâmica de água em solos sódicos e salino-sódicos. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 14, p.61-68, 1983.
- DESAI, U. T.; SINGH, R. M. Growth of guava plants (*Psidium guajava* L.) as affected by salinity. **Indian Journal Horticulture**. v.5, p.3-6, 1980.
- EBERT, G. Growth, ion uptake and gas exchange of two *Annona* species under salt stress. **Angewandte Botanik**, Göttingen, v.72, p.61-65, 1998.
- FERREIRA, R. G. **Efeitos do estresse salino sobre o crescimento, composição química e respostas fisiológicas da goiabeira**. 1998. 60f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) -. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- FERREIRA, R.G.; TÁVORA, F.J.A. F.; HERNANDEZ, F. F. F. Distribuição da matéria seca e composição

- química das raízes, caule e folhas de goiabeira submetida a estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.1, p.79-88, 2001.
- GOES, E. S. Problemas de salinidade e drenagem em projetos de irrigação no Nordeste e a ação da pesquisa com vistas a seu equacionamento. In: REUNIÃO SOBRE A SALINIDADE EM ÁREAS IRRIGADAS DO NORDESTE. Fortaleza, 1978. 56p.
- GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 5ª ed. São Paulo. Nobel. 1990.
- HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The water culture method for growing plants without soil**. Berkeley, CA: University of California, 1950. (circular, 347).
- KARSTENS, G. S.; EBERT, G.; LÜDDERS, P. Long-term and short-term effects of salinity on root respiration, photosynthesis and transpiration of citrus rootstocks. **Angewandte Botanik**, Göttingen, v.67, p.3-8, 1993.
- LEOPOLD, A. C.; WILLING, R. D. Evidence of toxicity and effects of salt on membranes. In STAPLES, R. C., TOENNIESSEN, G. H. (eds). **Saline tolerance in plants**. New York: Wiley, 1984. 820p.
- LOPES, J. G. V.; OLIVEIRA, F. M. M.; ALMEIDA, J. I. L. **A gravioleira**. Fortaleza, BNB, 1994. 71p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, C.; OLIVEIRA, S. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba. Associação Brasileira para pesquisa da potassa e do fosfato, 1989. 201p.
- MARLER, T. E.; ZOZOR, Y. Salinity influences photosynthetic characteristics, water relations and foliar mineral composition of *Annona squamosa* L. **Journal American Society Horticulture Science**, Alexandria, v.121, n.2, p.243-248, 1996.
- MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; BLOCH, M. de F. M. Avaliação de métodos com e sem digestão para extração de elementos em tecidos de plantas. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.36, n.11, p.1953-1958, 1984.
- PATIL, P. K.; PATIL, Y. K.; GHONSIKAR, C. P. Effect of soil salinity on growth and nutritional status of guava (*Psidium guajava* L.) **International Journal Tropical Agriculture**, Hissar, India, v.2, n.4, p.337-344, 1984.
- PINTO, A. C. de Q.; SILVA, E. M. da **Graviola para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília, EMBRAPA-SDI, 1994.
- SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. **Glossary of soil science terms**. Madison: America Society of Soil Science, 1987. 44p.
- STOREY, R. Salt tolerance, ion relations and the effect of root medium on the response of citrus to salinity. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v.22, p.101-114, 1995.
- SUDENE. **Relatório Anual**. Recife. 1977, 82p.
- ZEKRI, M.; PARSONS, L. R. Salinity tolerance of citrus rootstock: effects of salt on root and leaf mineral concentrations. **Plant and Soil**, Dordrecht, Netherlands, v. 147, p.171-181, 1992.