

# ABSORÇÃO, TRANSLOCAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE MACRONUTRIENTES, CLORO E SÓDIO, EM MUDAS DE PUPUNHEIRA SUBMETIDAS À SALINIDADE<sup>1</sup>

Antonio Rodrigues FERNANDES<sup>2</sup>  
Janice Guedes de CARVALHO<sup>3</sup>  
Haroldo Nogueira de PAIVA<sup>4</sup>  
José Romilson Paes de MIRANDA<sup>3</sup>

**Resumo:** A salinidade geralmente causa redução no crescimento das culturas, induzindo a desordens nutricionais que vão afetar a absorção, transporte e redistribuição dos nutrientes. Com o objetivo de estudar a influência de diferentes níveis de salinidade sobre a nutrição mineral de mudas de pupunheira (*Bactris gasipaes* H.B.K), instalou-se um experimento em solução nutritiva, em condições de casa de vegetação, no Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras. O experimento foi conduzido em blocos ao acaso, com sete tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos constaram das seguintes doses: 0,0 Na e 0,5 Cl; 1,0 Na e 0,5 Cl (controle); e 5,0; 15,0; 30,0; 60,0 e 120,0 mmol<sup>-1</sup> de NaCl. A resposta à salinidade foi avaliada através do acúmulo, eficiência de translocação e de utilização dos macronutrientes, do Na e do Cl. A acumulação de Na e Cl aumentou, enquanto a absorção dos macronutrientes reduziu. A eficiência de translocação dos macronutrientes, do Na e do Cl, diminuiu, enquanto a de utilização aumentou para todos esses elementos, em função do estresse salino.

**TERMOS PARA INDEXAÇÃO:** Solução Nutritiva, Estresse Salino, Cloreto de Sódio, Acúmulo de Elemento.

## UPTAKE, TRANSLOCATION AND UTILIZATION OF NUTRIENTS IN SEEDLINGS OF PEACH PALM UNDER SALINITY STRESS

**ABSTRACT:** Soil salinity causes crop growth reduction due to nutritional disorders that affect uptake, transport and distribution of the nutrients by plants. With the objective to determine the influence of different salinity levels upon mineral nutrition of peach palm seedlings, an experiment was established in nutritive solution, under greenhouse conditions at the Soil Science Department — Federal University of Lavras, Minas Gerais state. A randomized block experimental design with seven treatments and four replicates was used. The treatments were 0.5 mmol L<sup>-1</sup> Cl; 1.0 Na and 0.5 mmol L<sup>-1</sup> Cl (control); 5.0; 15.0; 30.0; 60.0 and 120.0 mmol

<sup>1</sup> Aprovado para publicação em 16.10.2002

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo. Dr., Professor Adjunto da Faculdade de Ciências Agrárias do Para. Email: arfernan@fcap.br.

<sup>3</sup> Engenheira Agrônoma. Dra., Professora Titular da Universidade Federal de Lavras. Email: janicegc@ufla.br.

<sup>4</sup> Engenheiro Florestal, Dr., Professor Adjunto da Universidade Federal de Viçosa. Email: hnpaiva@ufv.br.

<sup>5</sup> Engenheiro Agrônomo. Dr., Professor Adjunto da Universidade Federal da Paraíba. Email: paesr@bol.com.br

L<sup>-1</sup> of NaCl. Response to salinity was evaluated through accumulation, translocation and utilization efficiency of macronutrients, Na and Cl. Sodium and chlorine accumulation increased and the uptake of the macronutrients decreased as a function of salinity levels. The macronutrients, Na and Cl translocation efficiency decreased and the utilization efficiency increased for the elements studied due to saline stress.

**INDEX TERMS:** Nutritive Solution, Sodium Chloride, Elements Accumulation.

## 1 INTRODUÇÃO

A pupunheira é uma palmeira originária da América tropical, cultivada há séculos por diferentes tribos indígenas. Tem grande importância como fonte alimentícia, sendo reconhecida pelo alto valor nutritivo dos frutos. No Brasil, é bastante difundida nos Estados da Região Norte, onde se tornou, também, uma alternativa economicamente viável para a produção de palmito.

Apesar do fruto da pupunheira ainda ser alimento básico em algumas regiões (NOGUEIRA et al., 1995), nas quais tem sido cultivada em pequenas plantações, atualmente, é a produção do palmito que tem despertado maior interesse para o cultivo por parte de pequenos e grandes produtores, estimulados pelo crescimento do mercado interno e externo.

Diante da escassez das palmeiras nativas e o conseqüente aumento nos custos de exploração, além de ser ecologicamente desejável, o cultivo em escala comercial da pupunheira vem se expandindo para outros Estados, como Rio de Janeiro, Espírito Santo, São Paulo e Bahia. Além disso, essa planta apresenta algumas características agrônomicas desejáveis, tais como:

precocidade, produtividade, adaptabilidade e capacidade de perfilhamento ao longo dos anos, além de produzir palmito de boa qualidade industrial, com vantagens em relação às espécies do gênero *Euterpe* (*E. oleraceae* e *E. edulis*) (BOVI, 1998).

A expansão das áreas de cultivo, até mesmo para o semi-árido brasileiro, como mais uma atividade agroindustrial alternativa, acompanhada de uma melhoria no nível tecnológico, como a utilização de calagens, adubações e irrigações, tem possibilitado uma exploração mais precoce. No entanto, isto leva à necessidade do conhecimento e do desenvolvimento de tecnologias agrônomicas, que aumentam a produtividade e a viabilidade econômica dos cultivos.

O uso de elevadas quantidades de fertilizantes, a ascendência do lençol freático ou o emprego de água salina na irrigação têm sido as maiores causas da salinização dos solos (SONNOVELD; WELLES, 1988). Esse é um problema que se agrava, ano após ano, devido à escassez de chuvas e à demanda sempre crescente por água e fertilizantes na agricultura moderna. Além disso, o aumento da população mundial e, conseqüentemente, da

urbanização tem forçado os produtores a utilizar cada vez mais solos marginais, inclusive salinos. Esses fatores têm aumentado a necessidade do desenvolvimento de tecnologias alternativas de uso desses solos, bem como a busca de espécies potencialmente promissoras para essas áreas.

Nesse contexto, as espécies da família *Arecaceae* têm apresentado características favoráveis, tendo em vista que o crescimento tem sido estimulado e a produção aumentada pela presença do Na (MAGAT; PADRONES; ALFORJA, 1993), e que quantidades elevadas de Cl têm sido requeridas por tais espécies para expressar o potencial produtivo (MARSCHNER, 1995; SOBRAL; LEAL, 1999). No entanto, não se conhecem as concentrações adequadas de Cl e de Na, na solução, que promovam melhor equilíbrio nutricional e, conseqüentemente, maior crescimento da pupunheira. Assim sendo, este trabalho teve como objetivo estudar a influência de diferentes níveis de salinidade sobre a nutrição mineral de mudas de pupunheira, em solução nutritiva, através da absorção, translocação e utilização de nutrientes.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na casa-de-vegetação do Departamento de Ciência do Solo na Universidade Federal de Lavras, utilizando mudas de pupunheira (*Bactris gasipaes* H.B.K.).

Os tratamentos constaram dos seguintes níveis: 0,0 Na e 0,5 Cl; 1,0 Na e

0,5 Cl mmol L<sup>-1</sup> (controle); e 5,0; 15,0; 30,0; 60,0 e 120,0 mmol L<sup>-1</sup> de NaCl, que corresponderam a uma condutividade elétrica (CE) de 1,28; 1,34; 2,06; 2,88; 4,42; 7,51 e 13,20 dS m<sup>-1</sup>. O tratamento controle foi definido a partir da solução nutritiva utilizada por Dufour, Quencez e Schmitz (1978) para o dendezeiro.

Adotou-se o delineamento em blocos casualizados, com sete tratamentos e quatro repetições, sendo as unidades experimentais constituídas por vasos contendo uma planta, com uma solução nutritiva básica para macronutrientes, composta de: N-NO<sub>3</sub>=112,0; N-NH<sub>4</sub>=28,0; P =31,0; K=78,2; Ca=80,0; Mg=36,0; S=32,1; Na=23,0 e Cl=17,7 em mg L<sup>-1</sup>. Os sais que forneceram os nutrientes foram: Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O; NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>; NaNO<sub>3</sub>; Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O; KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>; K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e MgCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O. As concentrações de micronutrientes e seus respectivos sais foram: B=0,20 (H<sub>3</sub>BO<sub>4</sub>); Cu=0,05 (CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O); Fe=3,00 (FeEDTA); Mn=0,35 (MnSO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O); Mo=0,02 ((NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>27</sub>.4H<sub>2</sub>O) e Zn=0,05 (ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O) em g L<sup>-1</sup>.

As sementes de pupunheira foram germinadas em bandejas plásticas contendo areia. Depois de sessenta dias da germinação, as plântulas foram selecionadas e instaladas em bandejas coletivas com capacidade para 36 L de solução nutritiva, a ¼ da força iônica, durante trinta dias e a ½ força iônica durante mais trinta dias. Após este período, as plantas foram selecionadas e transferidas para os vasos com capacidade

para 3L, contendo a mesma solução para palmácea, com força iônica total. Depois de trinta dias em tais recipientes, as plantas foram distribuídas uniformemente em blocos e a solução modificada foi substituída conforme os tratamentos aplicados, permanecendo por quatro meses. As soluções foram renovadas a cada quinze dias nos dois primeiros meses e semanalmente a partir do terceiro mês. Após este período, as plantas foram transferidas para vasos com capacidade para 9 L, permanecendo por mais dois meses, perfazendo um período experimental de seis meses. Nesses recipientes, as soluções foram renovadas a cada vinte dias no primeiro mês e a cada quinze dias a partir daí.

A solução nutritiva foi mantida sob aeração constante durante todo o período experimental, bem como foi mantido o volume, pela reposição diária com água deionizada. Depois de colhido, o material vegetal foi separado em raízes, estipes e folhas, lavado em água corrente e destilada, seco em estufa a 65–70°C, até peso constante. A matéria seca correspondente a cada uma das partes da planta foi pesada, moída e, em seguida, realizadas as determinações químicas.

No extrato obtido por digestão nitroperclórica do material vegetal, foram determinados os teores de P por colorimetria, de K e Na por fotometria de emissão de chama, de S por turbidimetria do sulfato de bário e de Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica. Os teores de N total foram determinados pelo

método semimicro Kjeldahl, enquanto o teor de Cl foi obtido por titulação com  $\text{Ag}(\text{NO}_3)_2$ . Todos os métodos analíticos utilizados estão descritos em Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

A absorção foi calculada pela soma dos acúmulos nas partes da planta, que, por sua vez, foi determinada com base nos teores e nas produções de matéria seca. Os nutrientes translocados e o Na foram calculados da seguinte forma: translocado = (conteúdo na parte aérea/conteúdo total) x 100 (eficiência de translocação = EFT). A eficiência de utilização (EFU) foi determinada de acordo com Siddiqi e Glass (1981): (matéria seca total)<sup>2</sup>/conteúdo total.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, e como ocorreram diferenças significativas pelo teste F ( $P < 0,05$ ), foram submetidos a análises de regressão utilizando o sistema de análises estatísticas SANEST (ZONTA; MACHADO, 1991). Testaram-se diversos modelos para as equações, sendo a escolha baseada no coeficiente de determinação e na sua significância.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 ABSORÇÃO

O conteúdo total dos macronutrientes na planta (Figura 1a, b) foi reduzido pelo estresse salino, com ajustamento quadrático. A absorção de N (Figura 1a) decresceu em função das doses de NaCl. Alguns trabalhos em casa-de-vegetação têm demonstrado que a salinidade reduz o acúmulo de N nas

plantas (AL-RAWAHY; STROEHLEIN; PESSARAKLI, 1992; MIRANDA, 2000). Contudo, outros trabalhos indicam que a suplementação de N em níveis superiores àqueles exigidos para as condições não salinas favorecem o crescimento e o rendimento das plantas (BAR et al., 1997).

Outro fato a corroborar com os resultados desse estudo pode estar relacionado com a predominância, na solução, do N na forma nítrica, tendo em vista que o estresse salino aumenta a afinidade do carregador pelo amônio e reduz a do nitrato, embora não haja evidências de competição entre esses íons (BOTELLA et al., 1997).

O maior acúmulo de P (Figura 1a) se deu na dose de 5 mmol L<sup>-1</sup> de NaCl. Este fato sugere que a pupunheira requer maior quantidade de P quando submetida à salinidade moderada, pois, com a

intensificação do estresse, ocorreu uma redução acentuada na absorção de P.

A salinidade causa nas plantas, por mecanismos desconhecidos, a perda do controle da absorção de P (ROBERTS et al., 1984) e do transporte para a parte aérea (GRATTAN; GRIEVE, 1999). Tais distúrbios podem estar relacionados à supressão da absorção e da acumulação de P na parte aérea, provocados pelo excesso de Cl, conforme constataram Papadopoulos e Rendig (1983) e Satti, Lopez e Al-Rawahy (1995) em plantas de tomate. Ou, ainda, a redução na atividade do íon H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> na solução de cultivo e, em consequência, sua absorção pelas plantas (SENTENAC; GRIGNON, 1985).

O K (Figura 1a) teve o conteúdo reduzido em função do aumento da concentração salina na solução, ajustando-se a uma função quadrática. Resultados

$\diamond$  N:  $\hat{Y} = 2162,3 - 27,573X + 0,125X^2$   $R^2 = 0,94^{**}$       $\diamond$  Ca:  $\hat{Y} = 477,11 - 8,5399X + 0,047X^2$   $R^2 = 0,87^{**}$   
 $\square$  P:  $\hat{Y} = 514,02 - 9,12X + 0,0481X^2$   $R^2 = 0,94^{**}$       $\square$  Mg:  $\hat{Y} = 0,0183X^2 - 3,2223X + 177,7$   $R^2 = 0,74^{**}$   
 $\triangle$  K:  $\hat{Y} = 1714,4 - 28,65X + 0,15X^2$   $R^2 = 0,89^{**}$       $\triangle$  S:  $\hat{Y} = 271,06 - 5,9981X + 0,0347X^2$   $R^2 = 0,91^{**}$

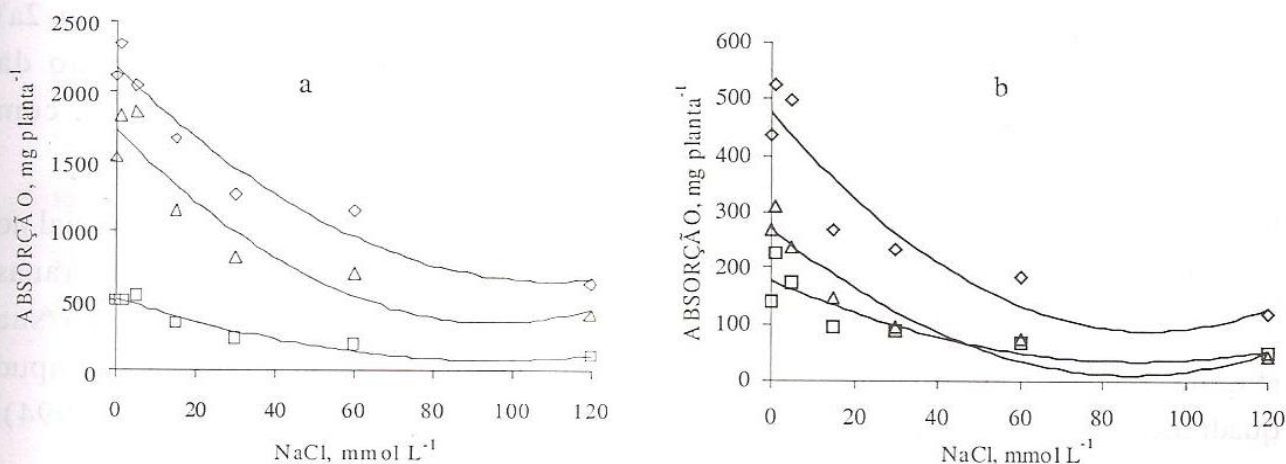


Figura 1 – Absorção de N, P, K (a), e de Ca, Mg e S (b) por plantas de pupunheira, em função do estresse salino em solução nutritiva.

semelhantes foram constatados por Miranda (2000), que observou uma redução do conteúdo de K nas folhas e caules de clones de cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) tolerantes à salinidade e em diferentes partes de plantas de moringa (*Moringa oleifera* Lam).

A absorção de K é prejudicada pela salinidade, ao mesmo tempo em que elevados teores desse nutriente são requeridos pelos tecidos para se manter o crescimento da parte aérea (GRATTAN; GRIEVE, 1999), especificamente para a síntese de proteína, ativação enzimática e elevar a capacidade fotossintética, através do aumento da concentração nos cloroplastos (MARSCHNER, 1995).

O acúmulo de Ca (Figura 1b) foi reduzido pelo estresse salino, ajustando-se a uma função quadrática. Estes resultados são semelhantes aos obtidos por Miranda (2000), em plantas de moringa, no entanto, o conteúdo decresceu linearmente com o aumento do NaCl na solução nutritiva. Os efeitos do Na na redução da absorção e no transporte de Ca para a parte aérea das plantas são bastante conhecidos (CACHORRO; OTIZ; CERDÁ, 1994; ASHRAF; O'LEARY, 1997). Outro efeito provocado pelo excesso de Na é a mudança intracelular do nível de Ca nas plantas (LYNCH; POLITO; LÄUCHLI, 1989).

Os conteúdos de Mg reduziram (Figura 1b), ajustando-se a uma função quadrática. Declínios graduais no conteúdo

de Mg nas folhas e raízes de plantas de trigo, em função do aumento da salinidade, foram demonstrados por Datta et al. (1995), o que pode estar relacionado com uma competição iônica com o Na (HU; SCHMIDHALTER, 1997).

Para o S (Figura 1b), o conteúdo foi reduzido, nas diferentes partes da planta, com o aumento das doses de NaCl, ajustando-se a uma função quadrática. Comportamento similar foi observado para moringa e cajueiro, que submetidas a doses crescentes de NaCl, os conteúdos de S reduziram linearmente em diferentes partes das plantas (MIRANDA, 2000).

Os maiores conteúdos de N, Ca, Mg e S foram encontrados nas plantas submetidas a doses de NaCl de 1 mmol L<sup>-1</sup>, enquanto que os maiores acúmulos de P e K ocorreram naquelas com salinidade moderada (5 mmol L<sup>-1</sup> de NaCl). Tal fato pode estar associado a um maior requerimento de P e K pelas plantas submetidas a um pequeno estresse salino, para que realizem suas atividades metabólicas.

O acúmulo de Na e Cl (Figura 2a) aumentou em função da elevação da concentração de NaCl na solução, com ajuste quadrático dos dados.

O sódio desempenha papel crucial no aumento da porosidade das membranas (RENGEL, 1992), resultando na sua despolarização (LÄUCHLI<sup>6</sup>, 1990 apud CACHORRO; OTIZ; CERDÁ, 1994).

<sup>6</sup> LÄUCHLI, A. Calcium, salinity and plasma membrane. In: LEONARD, R. T.; HEPLER, P.K. (Eds.). *Calcium in plant growth*. Rockville: The American Society of Plant Physiologist, 1990. p. 26-35.

Assim sendo, em meio salino a absorção deste elemento pode ser máxima, tendo em vista que, nem sempre, uma quantidade suficiente de cálcio ocorre no meio externo para manter a estabilidade das membranas, prevenir o vazamento de soluto para o citoplasma e regular a seletividade da absorção de íons (ASHRAF; O'LEARS, 1997).

Elevados conteúdos de Na e, principalmente, de Cl levaram ao desbalanço nutricional da planta. Ao mesmo tempo, um acúmulo maior de Cl pode indicar uma sensibilidade maior das plantas a danos deste nutriente do que ao Na (ALAM, 1994). No entanto, os acúmulos maiores de Cl deveram-se ao fato desse nutriente apresentar elevadas taxas de mobilidade e transporte, devido ocorrer como ânion livre na planta (MARSCHNER, 1995).

### 3.2 EFICIÊNCIA DE TRANSLOCAÇÃO

A eficiência de translocação (EFT) de N, P, K (Figura 2b), do Ca, Mg, S (Figura 3a) e do Na e Cl (Figura 3b) aumentou com o estresse salino, com ajuste quadrático dos dados. Os valores atingiram 86,7; 94,7; 90,8; 83,7; 83,9 72,4; 86,7 e 91,3% para o N, P, K, Ca, Mg, S, Na e Cl, respectivamente. Provavelmente, o aumento na EFT para Cl, P e K deveu-se, respectivamente, ao Cl ocorrer como ânion livre na planta, tendo, assim, o transporte facilitado das raízes para a parte aérea (MARSCHNER, 1995), e a exigência de maiores quantidades de nutrientes (GRATTAN; GRIEVE, 1994), principalmente P e K nas folhas, como um mecanismo de defesa da planta, tendo em vista uma aceleração nas atividades metabólicas, que provoca um maior gasto de energia (SALISBURY; ROSS, 1992), ao

◇ Na:  $\hat{Y} = 161,86 + 7,4805X - 0,0444X^2$   $R^2 = 0,88^{**}$   
 □ Cl:  $\hat{Y} = 281,58 + 6,1921X - 0,0356X^2$   $R^2 = 0,90^{**}$

◇ N:  $\hat{Y} = 68,055 + 0,4574X - 0,0025X^2$   $R^2 = 0,97^{**}$   
 □ P:  $\hat{Y} = 58,621 + 0,7976X - 0,0041X^2$   $R^2 = 0,98^{**}$   
 △ K:  $\hat{Y} = 65,376 + 0,4418X - 0,0019X^2$   $R^2 = 0,96^{**}$

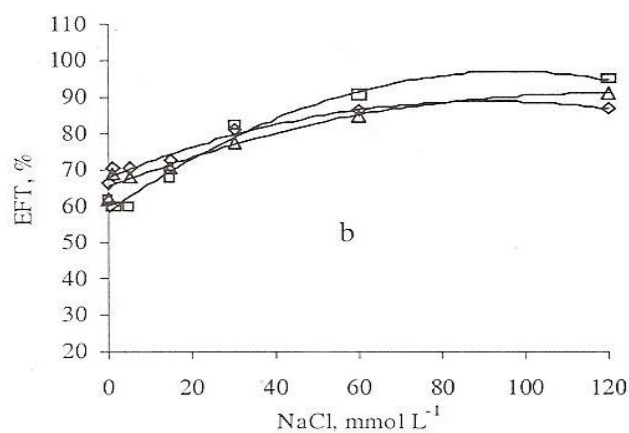
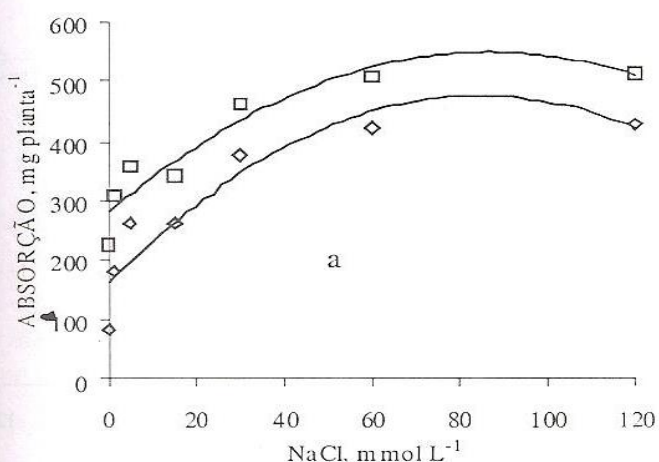


Figura 2 – Absorção de Cl e Na (a) e eficiência de translocação (EFT) de N, P, K (b) nas plantas de pupunheira, em função do estresse salino em solução nutritiva.

mesmo tempo em que elevadas concentrações de K são requeridas para a regulação do transporte iônico e para o ajustamento osmótico (GRATTAN; GRIEVE, 1999).

### 3.3 EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO

A eficiência de utilização dos macronutrientes (Figura 4a, b) foi reduzida pelo estresse salino, com os resultados apresentando ajustes quadráticos, sugerindo que a planta, sob estresse salino, utilizou-se de maior quantidade de nutrientes para produzir a mesma quantidade de matéria seca. Isto pode estar associado à inativação fisiológica dos macronutrientes, provocada pelo estresse salino, resultando em um aumento no requerimento interno (GRATTAN; GRIEVE, 1994). É razoável supor que outros processos possam estar acontecendo, concomitantemente, como maior exigência de P, quando há um maior

gasto de energia pela planta, e de K, para a regulação do transporte iônico e do ajustamento osmótico (GRATTAN; GRIEVE, 1999), sob condições ambientais adversas.

A eficiência de utilização do Na e do Cl (Figura 5) diminuiu drasticamente, ajustando-se a funções exponenciais. Contrariamente ao que ocorreu com os macronutrientes, uma quantidade maior destes elementos por grama de matéria seca produzida não caracteriza maior exigência da planta e, sim, um distúrbio fisiológico provocado pelo excesso do sal na solução. Tal distúrbio está relacionado ao aumento na permeabilidade da membrana plasmática, que diminui a seletividade no processo de absorção dos íons (ASHRAF; O'LEARY, 1997), culminando em maior acumulação na planta.

$\diamond$  Ca:  $\hat{Y} = 69,686 + 0,3338X - 0,0018X^2$   $R^2 = 0,85^{**}$      $\diamond$  Na:  $\hat{Y} = 54,404 + 0,8159X - 0,0046X^2$   $R^2 = 0,95^{**}$   
 $\square$  Mg:  $\hat{Y} = 71,327 + 0,2907X - 0,0016X^2$   $R^2 = 0,87^{**}$      $\square$  Cl:  $\hat{Y} = 69,3913 + 0,4309X - 0,0021X^2$   $R^2 = 0,74^{**}$   
 $\triangle$  S:  $\hat{Y} = 48,934 + 0,5251X - 0,0027X^2$   $R^2 = 0,87^{**}$

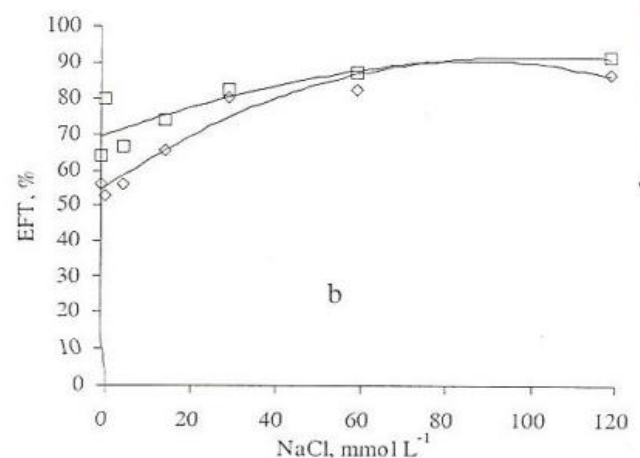
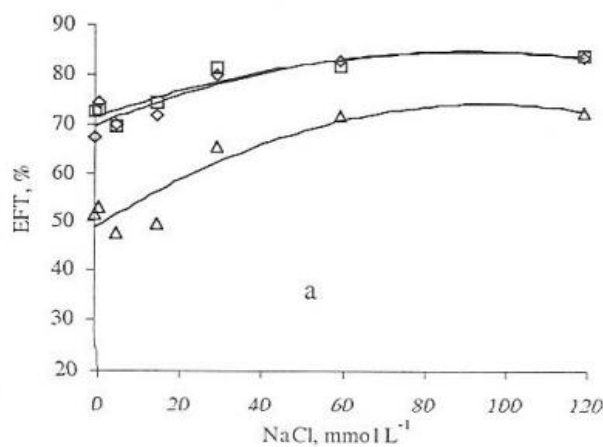


Figura 3 – Eficiência de translocação (EFT) de Ca, Mg e S (a) e de Na e Cl nas plantas de pupunheira, em função do estresse salino em solução nutritiva.



$\diamond$  N:  $\hat{Y} = 4,5761 - 0,0893X + 0,0005X^2$   $R^2 = 0,77^{**}$      $\diamond$  Ca:  $\hat{Y} = 20,662 - 0,3065X + 0,0015X^2$   $R^2 = 0,82^{**}$   
 $\square$  P:  $\hat{Y} = 19,515 - 0,3006X + 0,0016X^2$   $R^2 = 0,66^{**}$      $\square$  Mg:  $\hat{Y} = 55,815 - 0,8079X + 0,0038X^2$   $R^2 = 0,92^{**}$   
 $\triangle$  K:  $\hat{Y} = 5,7466 - 0,0934X + 0,0005X^2$   $R^2 = 0,79^{**}$      $\triangle$  S:  $\hat{Y} = 36,523 - 0,3088X + 0,0011X^2$   $R^2 = 0,68^*$

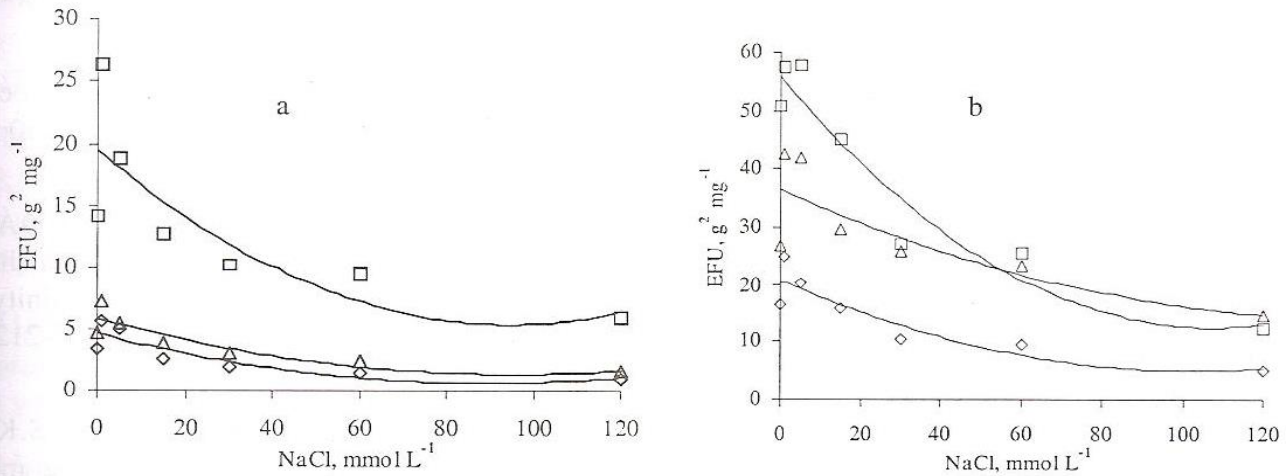


Figura 4 – Eficiência de utilização de N, P, K (a) e de Ca, Mg, e S (b) nas plantas de pupunheira, em função do estresse salino em solução nutritiva.

$\diamond$  Cl:  $\hat{Y} = 37,9648e^{-0,065X}$   $R^2 = 0,94^{**}$   
 $\square$  Na:  $\hat{Y} = 83,5079e^{-0,1235X}$   $R^2 = 0,98^{**}$

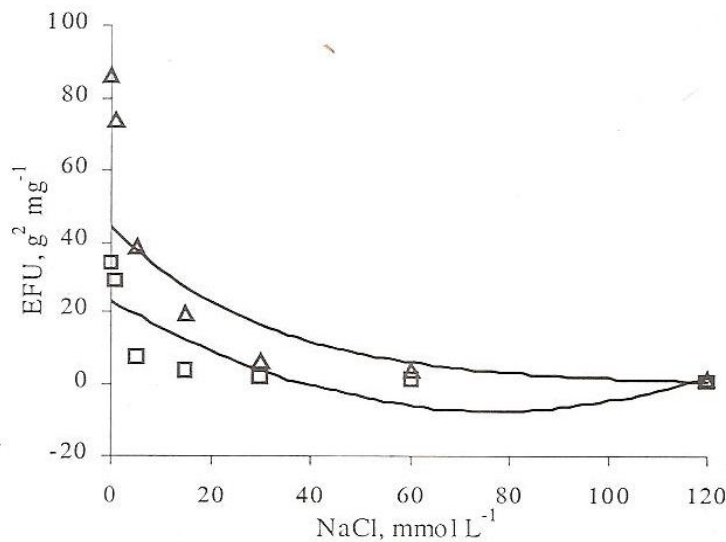


Figura 5 – Eficiência de utilização de Na e de Cl das plantas de pupunheira, em função do estresse salino em solução nutritiva.

#### 4 CONCLUSÃO

a) O estresse salino com NaCl causou um desequilíbrio nutricional, pois reduziu o acúmulo de macronutrientes e aumentou o de Na e Cl na matéria seca das raízes, estipes e folhas da pupunheira.

b) O maior acúmulo de N, Ca, Mg e S ocorreu na dose de 1,0 e 0,5 mmol L<sup>-1</sup> de Na e Cl, respectivamente, o que se deveu, provavelmente, a um maior equilíbrio nutricional da pupunheira.

c) A eficiência de translocação dos macronutrientes, do Na e do Cl nas mudas de pupunheira aumentou, enquanto a de utilização diminuiu com a elevação das doses de NaCl na solução.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALAM, S.M. Nutrient uptake by plants under stress conditions. In: PESSARAKLI, M. (Ed.). *Handbook of plant and crop stress*. New York: Marcel Dekker, 1994. p.227-246.
- AL-RAWAHY, S.A.; STROEHLEIN, J.L.; PESSARAKLI, M. Dry matter yield and nitrogen-15, Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> and K<sup>+</sup> content of tomatoes under sodium chloride stress. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v.15, n.2, p.341-358, 1992.
- ASHRAF, M.; O'LEARY, J.W. Responses of a salt-tolerant and a salt-sensitive line of sunflower to varying sodium/calcium ratios in saline sand culture. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v.20, n.2/3, p.361-377, 1997.
- BAR, Y.; APELBAUM, A.; KAFKAFI, U.; GOREN, R. Relationship between chloride and nitrate and its effect on growth and mineral composition of avocado and citrus plants. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v.20, n.6, p.715-731, 1997.
- BOTELLA, M.A.; MARTINÉZ, V.; NIEVES, M.; CERDÁ, A. Effect of salinity on growth and nitrogen uptake by wheat seedlings. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v.20, n.6, p.793-804, 1997.
- BOVI, M.L.A. *Palmito pupunha: informações básicas para cultivo*. Campinas: IAC, 1998. 50p. (IAC. Boletim Técnico, 173)
- CACHORRO, P.; OTIZ, A.; CERDÁ, A. Implications of calcium nutrition on the response of *Phaseolus vulgaris* L. to salinity. *Plant and Soil*, Dordrecht, v.159, n.2, p.205-212, Jan. 1994.
- DATTA, K.S.; KUMAR, A.; VARMA, S.K.; ANGRISH, R. Differentiation of chloride and sulphate salinity on the basis of ionic distribution in genetically diverse cultivars of wheat. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v.18, n.10, p.2199-2212, 1995.
- DUFOUR, F.; QUENCEZ, P.; SCHMITY, G. Technique de culture en solutions nutritives du palmier à huile et du cocotier. *Oléagineux*, Paris, v.33, n.10, p.485-490, Oct. 1978.
- GRATTAN, S.R.; GRIEVE, C.M. Mineral element acquisition and response by plant growth in saline environments. In: PESSARAKLI, M. (Ed.) *Handbook of plant and crop stress*. New York: Marcel Dekker, 1994. p.202-226.
- ; ———. Salinity-mineral relations in horticultural crops. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v.78, p.127-157, 1999.
- HU, Y.; SCHMIDHALTER, U. Interactive effects of salinity and macronutrient level on wheat. Part II. Composition. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v.20, n.9, p.1169-1182, 1997.
- LYNCH, J.; POLITO, V.S.; LÄUCHLI, A. Salinity stress increases cytoplasmic Ca activity in maize root protoplasts. *Plant Physiology*, Rockville, v.90, p.1271-1274, 1989.

- MAGAT, S.S.; PADRONES, G.D.; ALFORJA, L.M. Residual effects of three chloride fertilizers on yield and leaf nutrient levels of coconuts grown on an island soil of Davao (Mindanao, Philippines). *Oleagineux*, Paris, v.48, p.237-242, 1993.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. 2.ed. rev. atual. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.
- MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plant*. 2.ed. New York: Academy Press, 1995. 889p.
- MIRANDA, J.R.P. *Silício e cloreto de sódio na nutrição mineral e produção de matéria seca de clones de cajueiro anão-precoce (Anacardium occidentale L.) e de moringa (Moringa oleifera Lam.)* 2000. 197 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – UFLA, Lavras, 2001.
- NOGUEIRA, O.L.; CALZAVARA, B.B.G.; MÜLLER, C.H.; CARVALHO, C.J.R. de; GALVÃO, E.U.P.; SILVA, H.M.; RODRIGUES, J.E.L.F.; CARVALHO, J.E.U de; OLIVEIRA, M. do S.P. de; ROCHA NETO, O.G. da; NASCIMENTO, W.M.O. do. *A cultura da pupunha*. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1995. 50p. (EMBRAPA-SPI. Coleção Plantar, 25).
- PAPADOPOULOS, I.; RENDIG, V.V. Interactive effects of salinity and nitrogen on growth and yield of tomato plants. *Plant and Soil*, Dordrecht, v.73, n.1, p.47-57, 1983.
- RENGEL, Z. Role of calcium in salt toxicity. *Plant, Cell and Environment*, Oxford, v.15, p.625-632, 1992.
- ROBERTS, J.K.M.; LINKER, C.S; BENOIT, A.G.; JAARDETZKY, O.; NIEMAN, R.H. Salt stimulation of phosphate uptake in maize root tips studied by <sup>31</sup>P nuclear magnetic resonance. *Plant Physiology*, Rockville, v.75, n.4, p.947-950, Aug. 1984.
- SALISBURY, F.B.; ROSS, C.V. *Plant physiology*. Wadsworth: Marcel Dekker, 1992. 682p.
- SATTI, S.M.F.; LOPEZ, M.; AL-RAWAHY, S.A. Effects of saline nutrient solutions on the growth and accumulation of mineral elements in some tomato cultivars. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, Montecelo, v.26, p.2097-2106, 1995.
- SENTENAC, H.; GRIGNON, C. Effect of pH on orthophosphate uptake by corn roots. *Plant Physiology*, Rockville, v.77, p.136-141, 1985.
- SIDDIQI, M.Y.; GLASS, A.D.M. Utilization index: a modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v.4, p.289-302, 1981.
- SOBRAL, L.F; LEAL, M.L.S. Resposta do coqueiro à adubação com uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio em dois solos do Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.23, p.85-89, 1999.
- SONNOVELD, C.; WELLES, G.W.H. Yield and quality of rockwool-grown tomatoes as affected by various in EC-value and climatic conditions. *Plant and Soil*, Dordrecht, v.111, p.37-42, 1988.
- ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. *Sistema de análise estatística para microcomputadores (SANEST)*. Pelotas: UFPel - Departamento de Matemática e Estatística, 1991. 101p.