

TEORES DE MACRONUTRIENTES, MICRONUTRIENTES E SÓDIO EM MUDAS DE UMBUZEIRO (*Spondias tuberosa* Arr. Cam), CULTIVADAS EM SOLUÇÃO NUTRITIVA, EM FUNÇÃO DE DOSES DE NaCl¹

Orlando Sílvio Caires NEVES²
Janice Guedes de CARVALHO³

RESUMO: Objetivou-se avaliar a influência de doses de NaCl na solução nutritiva sobre os teores de macronutrientes, micronutrientes e Na em mudas de umbuzeiros, em condições de casa de vegetação. Foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições e seis doses de NaCl (0, 20, 40, 60, 80 e 100 mmol L⁻¹). Após o período de aclimação (45 dias) em solução nutritiva sem NaCl, as mudas foram transferidas para os tratamentos. Independentemente da concentração de NaCl na solução nutritiva, os teores de Cl nas mudas de umbuzeiro foram superiores aos de Na. Doses elevadas de NaCl na solução nutritiva induzem as mudas de umbuzeiro a um desbalanço nutricional. O NaCl na solução nutritiva induz uma redução nos teores foliares de N e S em mudas de umbuzeiro, um aumento nos teores de P, Mg, Fe, Zn, Cl e Na não afeta os teores foliares de Ca e B e, em baixas concentrações salinas, aumentam os teores foliares de K, Cu e Mn, reduzindo-os em altas concentrações.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Salinidade, Sódio, Cloro, Condutividade Elétrica, Nutrição, *Spondias tuberosa*.

CONTENTS OF MACRONUTRIENTES, MICRONUTRIENTES AND Na IN UMBUZEIRO SEEDLINGS (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) CULTIVATED IN NUTRIENT SOLUTION AS A FUNCTION OF NaCl DOSES.

ABSTRACT: The effect of NaCl on macronutrient, micronutrient and Na contents in umbuzeiro seedlings were determined in an experiment under greenhouse condition. A randomized block experimental design with six treatments and four replicate was used. Doses of NaCl were 0, 20, 40, 60, 80, and 100 mmol L⁻¹. Treatments were applied after 45 days of acclimatization in nutrient solution without NaCl. The Cl contents in the umbuzeiro seedlings were higher than the Na contents independent of the NaCl concentration in the nutrient solution. Higher NaCl doses in the nutrient solution induced nutritional unbalance in the umbuzeiro seedlings. The addition of NaCl to the nutrient solution decreased N and S leaf content in the umbuzeiro seedlings and increased P, Mg, Fe, Zn, Cl and Na leaf contents. The addition of NaCl, however, did not affect the leaf contents of Ca and B, increasing the leaf contents of K, Cu and Mn in low saline concentration and decreasing the level of these nutrients in high saline concentrations.

INDEX TERMS: Salinity, Sodium, Chlorine, Electric Conductivity, Nutrition, *Spondias tuberosa*.

¹ Aprovado para publicação em 17.08.2004

² Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Solos e Nutrição de Plantas da Universidade Federal de Lavras, bolsista CNPq. E-mail: orlandosilvio@ufla.br

³ Engenheira Agrônoma, Dra., Professora Titular do Departamento de Ciência do Solo / UFLA. E-mail: janicege@ufla.br

1 INTRODUÇÃO

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) pertence à família Anacardiaceae. É uma espécie xerófita, caducifólia, originária das zonas menos chuvosas da Região Nordeste do Brasil e do norte do estado de Minas Gerais. Devido às suas defesas fisiológicas, seu sistema radicular é dotado de xilopódios (órgãos de reserva de água e amido), a árvore do umbuzeiro é resistente à seca (GONDIM et al., 1991).

O negócio agrícola com o umbu, da coleta ao processamento e comercialização, está próximo de R\$ 6 milhões por ano, despertando a atenção dos agricultores para participarem deste mercado. O umbu representa uma fonte de renda importante no período da entressafra, contribuindo com até a metade da renda média anual dos agricultores nas áreas de coleta (NEVES, 2003).

No semi-árido nordestino, estima-se que a área ocupada por solos naturalmente salinos seja superior a 9 milhões de hectares, explorada com agricultura de subsistência, pecuária ou ocupada com vegetação do tipo caatinga. Nos perímetros irrigados, 25% de suas áreas encontram-se abandonadas devido à salinização secundária (OLIVEIRA, 1997). Dentro desse contexto, a avaliação da tolerância do umbuzeiro à salinidade poderá fornecer subsídios básicos para sua exploração racional e econômica.

A tolerância de uma planta ao estresse salino varia entre e dentre espécies e, também, com relação ao sal predominante (LIMA, 1997). Diversos íons estão

envolvidos no processo de salinização dos solos, destacando-se: cloretos, sulfatos, carbonatos, sódio, cálcio, magnésio e, mais raramente, nitratos e potássio (BERNSTEIN; AYRES, 1953).

Segundo observações feitas por Tyerman e Skerrett (1999), em ambientes salinos o NaCl tem se mostrado como sendo o sal predominante, causando a maioria das injúrias nas plantas. O efeito osmótico tem sido a causa maior da redução do crescimento das plantas, associado à toxicidade de íons pela absorção excessiva de sódio e cloro e ao desequilíbrio nutricional causado pelos distúrbios na absorção e/ou distribuição dos nutrientes (YAHYA, 1998). Na presença de elevada concentração externa de Na, a absorção de K e Ca pode ser inibida, causando deficiência desses nutrientes e aumento no teor de Na nas células das plantas (FERNANDES, 2000). A parte aérea geralmente é mais sensível aos distúrbios catiônicos que as raízes, e as diferenças são grandes entre as espécies de plantas na habilidade para prevenir ou tolerar elevadas concentrações de Na nas folhas (FAGERIA, 1984).

Objetivou-se avaliar a influência de doses de NaCl na solução nutritiva sobre os teores de macronutrientes, micronutrientes e Na em mudas de umbuzeiros, em condições de casa de vegetação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação da área experimental da

Universidade Federal de Lavras (Lavras-MG), definida geograficamente pelas coordenadas de 21° 14' de latitude Sul e 45° 00' de longitude Oeste, com altitude de 910 m, sendo conduzido de fevereiro a junho de 2002.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições e seis doses de NaCl (0, 20, 40, 60, 80 e 100 mmol L⁻¹). Esses valores corresponderam a uma condutividade elétrica (CE) de: 2,05, 4,06, 5,86, 7,62, 9,42 e 11,28 dS m⁻¹, respectivamente. As mudas para a implantação do experimento foram oriundas de sementeira, sendo que as sementes, coletadas de um único umbuzeiro nativo, passaram pelo processo de quebra de dormência através de escarificação mecânica (NASCIMENTO; SANTOS; OLIVEIRA, 2000). Após 15 dias da germinação, as mudas foram transferidas para solução de Hoagland (HOAGLAND; ARNON, 1950) a 25, 33 e 50% da sua força durante período de 15 dias em cada concentração, respectivamente. Após o período de aclimação (45 dias), foram adicionados à solução (Hoagland a 100% da força) os tratamentos com o NaCl. Cada parcela foi constituída por uma planta por vaso de 3 L. As plantas foram mantidas nos tratamentos por 60 dias, sendo as trocas das soluções realizadas quinzenalmente ou quando a condutividade elétrica da solução atingia valores inferiores a 70% da condutividade inicial. As mudas oriundas da bandeja de aclimação foram selecionadas de forma homogênea, com uma altura média de 41 cm e um diâmetro médio do caule de 3,2 mm, tendo-se o cuidado de não causar

danos ao sistema radicular, sendo posteriormente transplantadas para os tratamentos.

A solução nutritiva foi mantida sob aeração constante e com reposição diária com água deionizada durante todo o período experimental. O pH das soluções nutritivas foi corrigido durante as trocas com o objetivo de atingir um valor de 5,7.

Depois de colhido, o material vegetal foi separado em raízes, caule e folhas, lavado em água corrente e destilada, seco em estufa a 70°C, até peso constante e moído. Em seguida, foram realizadas as determinações químicas.

Através do extrato nítrico-perclórico foram determinados os teores de P por colorimetria; Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn por espectrofotometria de absorção atômica; K e Na por fotometria de chama; e S por turbidimetria do sulfato de bário; os teores de N total foram determinados pelo método semimicro Kjeldahl; o B, após digestão por via seca, foi determinado por colorimetria (método da curcumina) e o Cl foi determinado por titulação com nitrato de prata (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e, como ocorreram diferenças significativas pelo teste F ($P < 0,05$), foram realizadas análises de regressão com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000). Os modelos para ajuste das equações foram escolhidos com base no coeficiente de determinação e na sua significância ($P < 0,05$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados na Figura 1 mostram que as plantas do tratamento 0 mmol L⁻¹ de NaCl apresentaram maior produção de matéria seca durante o período experimental e que, com o aumento das doses de NaCl na solução, houve uma redução na produção de matéria seca de todas as partes das mudas de umbuzeiro (raiz, caule e folha).

Dentre as medidas avaliadas, a matéria seca de folhas (Figura 1.b) foi a que sofreu menor redução na produção (67,0%) ao se variar da dose 0 para a dose 100 mmol L⁻¹

de NaCl. A redução na produção da matéria seca do caule (Figura 1.a) e da raiz (Figura 1.c) foi semelhante (87,5 e 86,7%, respectivamente).

Os teores de N nas partes das mudas de umbuzeiro apresentados na Figura 2.a, tanto nas raízes quanto no caule, aumentaram com o acréscimo dos níveis de salinidade e diminuíram nas folhas. Trabalhos que relatam a diminuição dos teores de N nas folhas atribuem este fato a uma menor atividade da redutase do nitrato, pela inibição da absorção no NO₃⁻ pelo Cl (WILKINSON; CRAWFORD, 1993; IMSANDE; TOURAINE, 1994).

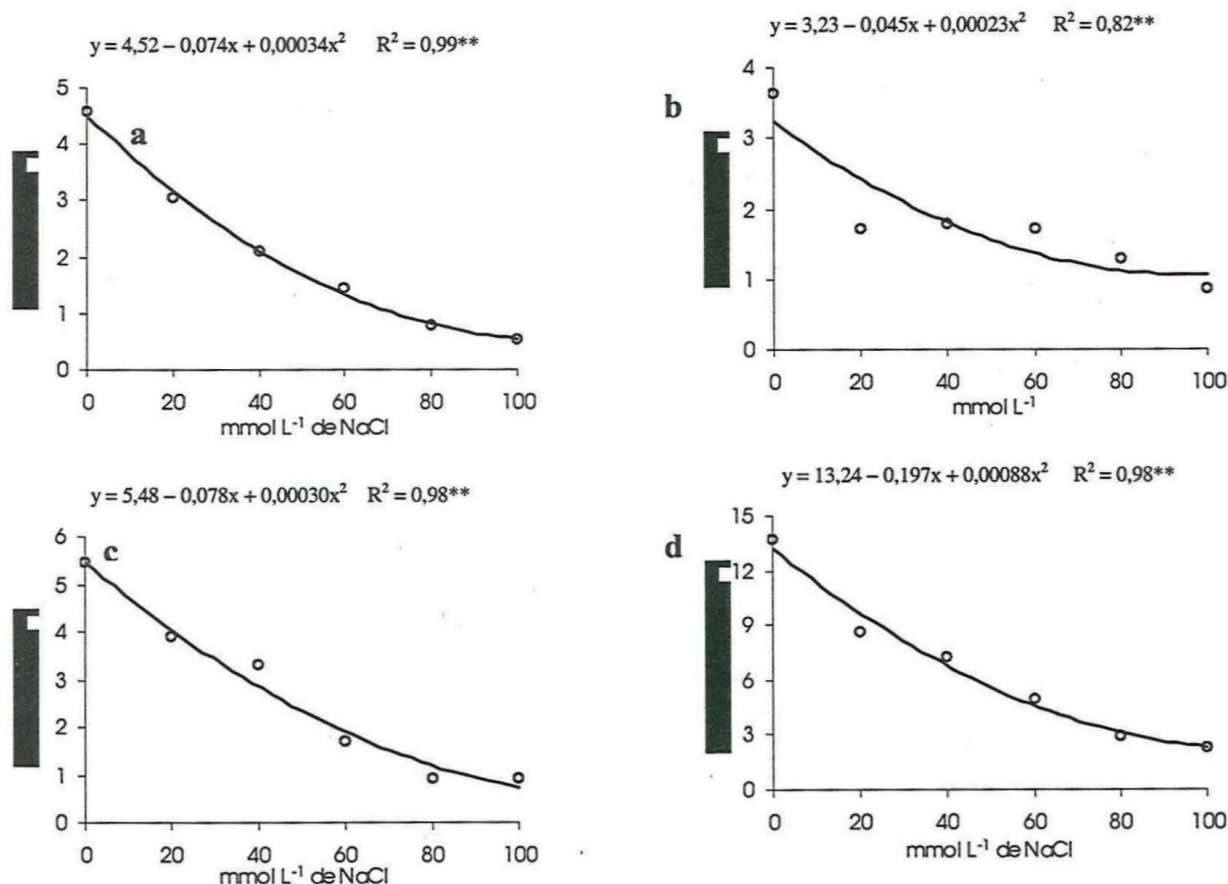


Figura 1 – Matéria seca do caule (a), matéria seca de folhas (b), matéria seca de raízes (c) e matéria seca total (d) de mudas de umbuzeiro em função de doses de NaCl na solução nutritiva. (**) significativos a 1%.

O aumento dos teores de N nas raízes e no caule pode estar relacionado a um menor desenvolvimento dessas partes, concentrando ainda mais o nutriente. Na dose de 0 mmol L⁻¹ de NaCl, que proporcionou a máxima produção de matéria seca (Figura 1.d), os teores de N nas raízes, caule e folhas foram, respectivamente, 17,62; 10,50 e 37,54 g kg⁻¹. Já na dose em que foi verificada a menor produção de matéria seca (100 mmol L⁻¹ de NaCl), os teores foram de 32,35; 16,02 e 25,03 g kg⁻¹, respectivamente.

Os teores de P (Figura 2.b) nas folhas não foram afetados pelos níveis de salinidade, enquanto que os teores nas raízes e no caule se ajustaram a funções quadrática e linear, respectivamente. Foi verificado um aumento nos teores de P nessas partes à medida que se aumentaram as doses de NaCl. Para Gibson (1988), o maior requerimento de P por plantas submetidas a estresse salino está relacionado ao seu papel no armazenamento de energia e no transporte e particionamento de carboidratos.

A exemplo do que aconteceu com o umbuzeiro, Awad, Edwards e Campbell, (1990) verificaram um aumento nos teores de P nos tomateiros submetidos a níveis de salinidade em solução nutritiva. Entretanto, Fernandes et al. (2002) verificaram uma diminuição do teor de fósforo em pupunheiras cultivadas em solução nutritiva por um período de 4 meses, com o aumento das doses de NaCl de 0 para 120 mmol L⁻¹.

Com o aumento da dose de 0 mmol L⁻¹ de NaCl para 100 mmol L⁻¹ de NaCl, verificou-se um aumento nos teores de P de 12,80 para 16,60 g kg⁻¹ nas raízes e de 8,4 para 13,40 g kg⁻¹ no caule. Esses valores, mesmo os obtidos nas doses menores, estão acima dos teores da maioria das culturas cultivadas em solução nutritiva (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

Os teores de K (Figura 2.c) nas folhas se ajustaram a uma função quadrática, com um aumento inicial nos teores de K de 18,11 g kg⁻¹ na dose de 0 mmol L⁻¹ de NaCl até 44,10 g kg⁻¹ na dose de 62,50 mmol L⁻¹ de NaCl; a partir dessa dose, houve diminuição até um valor de 34,75 g kg⁻¹ na dose de 100 mmol L⁻¹ de NaCl. Para raízes e caule, o ajuste foi linear, apesar de um baixo coeficiente de determinação (R²) para os teores de K nas raízes.

Os teores de K, tanto nas raízes quanto no caule, diminuíram com o aumento da salinidade. Esses menores teores de K retratam o efeito antagônico do Na sobre o K, sugerindo uma competição entre os íons pelos sítios de absorção na plasmalema (MARSCHNER, 1995). A manutenção de níveis adequados de K é necessária para a sobrevivência de plantas em ambientes salinos. O K é o mais proeminente soluto inorgânico da planta e, como tal, importante para o abaixamento do potencial osmótico das células das raízes, o que é um pré-requisito para a pressão de turgor que determina o transporte de soluto via xilema e o balanço de água na planta (MARSCHNER, 1995).

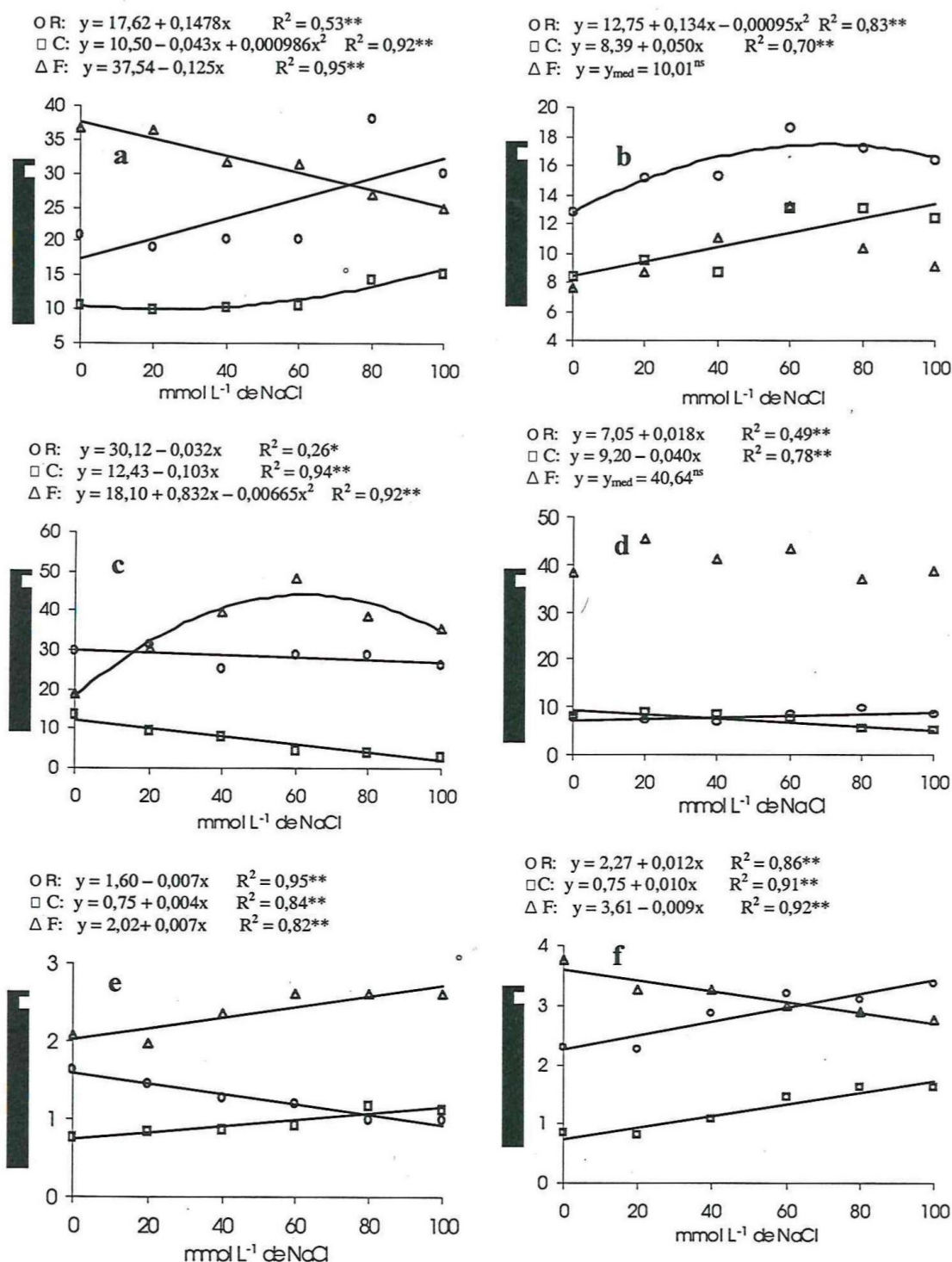


Figura 2 – Teores de N (a), P (b), K (c), Ca (d), Mg (e) e S (f) nas raízes (R), caule (C) e nas folhas (F) em mudas de umbuzeiro, em função de doses de NaCl na solução nutritiva. ^{ns}(não significativo). (*) (**) significativos a 5% e 1%, respectivamente.

Silva et al. (1984), ao estudarem a composição mineral de umbuzeiros cultivados em solos com $1,28 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ de Ca e $0,17 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ de K, constataram que os teores foliares de Ca foram superiores aos teores de K, podendo ser um indicativo da maior exigência desse nutriente pelas plantas. Neste estudo, foi verificado que os teores foliares de K só se aproximaram dos teores de Ca nas doses intermediárias de NaCl. Talvez, devido aos maiores teores de K nas folhas, estas tenham sofrido redução menor na produção de matéria seca em relação às raízes e ao caule.

Os teores de Ca (Figura 2.d) nas raízes e no caule se ajustaram a uma função linear, sendo que, nas raízes, houve um pequeno acréscimo de $7,15$ para $8,89 \text{ g kg}^{-1}$ da dose 0 mmol L^{-1} de NaCl para a dose de 100 mmol L^{-1} de NaCl, acontecendo o contrário com os teores no caule, ou seja, na dose de 0 mmol L^{-1} de NaCl, o teor foi de $9,20 \text{ g kg}^{-1}$ e caiu para $5,20 \text{ g kg}^{-1}$ na dose de 100 mmol L^{-1} de NaCl. Os teores foliares não apresentaram diferenças significativas. Esse pequeno incremento ocorrido nos teores de Ca das raízes, provavelmente, deve ter sido a um efeito de concentração, visto que na dose máxima testada a produção de matéria seca das raízes foi bastante reduzida.

Elevadas concentrações de Na no meio externo podem reduzir a atividade do Ca na solução, resultando num decréscimo da quantidade de Ca disponível para a absorção pelas plantas (GRATTAN; GRIEVE, 1993).

Os teores de Mg (Figura 2.e) nas raízes se ajustaram a um modelo linear, sendo reduzido seu teor no sentido do aumento dos níveis de salinidade; já os teores no caule e nas folhas também se ajustaram a um modelo linear, porém respondendo com um acréscimo nos teores de Mg conforme aumentaram os níveis de salinidade. Os teores de Mg na dose de 0 mmol L^{-1} de NaCl foram de $1,60$; $0,75$ e $2,02 \text{ g kg}^{-1}$ para raiz, caule e folha, respectivamente. Esses valores alteraram para $1,22 \text{ g kg}^{-1}$ na raiz, $0,98 \text{ g kg}^{-1}$ no caule e $2,42 \text{ g kg}^{-1}$ nas folhas, na máxima dose de NaCl testada. Gheyi, Queiroz e Medeiros (1997), relatam que algumas plantas, quando submetidas a ambientes salinos, apresentam uma maior concentração de clorofila, podendo refletir em um maior teor de Mg nas folhas.

No caso do S, vários trabalhos relatam uma competição com o Cl, o que resulta numa menor absorção e transporte para a parte aérea. Curtin, Steppuhn e Selles, (1993) constataram reduções nos teores de S em cevada com o aumento da salinidade através do NaCl. Também Fernandes et al. (2002) fizeram a mesma observação em relação à pupunheira.

Nas três partes estudadas (Figura 2.f), as respostas foram lineares, sendo que, para raiz e caule, os teores de S aumentaram com o aumento da salinidade, e para as folhas houve uma diminuição do mesmo, concordando com os resultados dos autores anteriormente citados. No caso do S podem ter ocorrido problemas em relação ao

transporte, principalmente para as folhas, uma vez que os teores nas raízes aumentaram. Nas raízes e no caule, os teores passaram de 2,27 e 0,75 g kg⁻¹, na dose em que se omitiu o NaCl, para 3,42 e 1,71 g kg⁻¹, na maior dose de NaCl. Os teores foliares diminuíram de 3,61 para 2,69 g kg⁻¹ na ausência e na dose máxima de NaCl, respectivamente.

Quanto aos teores de B (Figura 3.a), estes se ajustaram a funções quadrática e linear, respectivamente para raízes e caule. Nas folhas, os mesmos não apresentaram diferenças significativas. Nas raízes, os teores de B aumentaram até a dose de 41 mmol L⁻¹ de NaCl, decaindo a partir dessa dose, sendo que na dose mais alta de NaCl os teores de B das raízes (17,50 mg kg⁻¹) foram inferiores aos obtidos na ausência de NaCl (26,30 mg kg⁻¹).

Os teores de Cu estão representados na Figura 3.b, revelando um ajuste linear para os teores nas raízes e quadrático para os teores no caule e folhas, sendo que, nas raízes, foram detectados os maiores teores, tanto na ausência (6,60 mg kg⁻¹) quanto na maior dose de NaCl (18,50 mg kg⁻¹). No caule e nas folhas, apesar de haver aumento nos teores, este foi bem pequeno, comparado aos incrementos obtidos nas raízes.

Os teores de Fe nas raízes (Figura 3.c) aumentaram de forma linear com o aumento dos níveis de salinidade, mesmo comportamento observado para os teores foliares (Figura 3.d). Miranda (2000)

verificou que no cajueiro anão-precoce sensível à salinidade, a resposta foi de aumento nos teores no sentido do aumento da salinidade, porém, os teores foliares observados em cajueiros tolerantes à salinidade tiveram um comportamento oposto, ou seja, diminuíram com o aumento da salinidade.

Para os teores de Mn (Figura 3.e), as respostas foram idênticas às obtidas para o Cu, sendo superiores na dose de 100 mmol L⁻¹ de NaCl encontrados nas raízes. Na ausência de NaCl, as folhas apresentaram maiores teores comparados aos do caule e raízes. Esse comportamento mostra que o NaCl influencia mais os teores de Mn nas raízes do que nas outras partes. Hocking (1993) relata que, de modo geral, as concentrações de Cu, Fe, Mn e Zn tendem a ser mais elevadas em plantas submetidas a um maior estresse salino, mas essas diferenças desaparecem ou tornam-se inconsistentes com a idade da planta.

Os teores de Zn (Figura 3.f) se ajustaram a funções lineares em todas as partes da planta, com um aumento de sua concentração no sentido do aumento da salinidade. Os teores foliares foram os maiores tanto na ausência quanto na presença de NaCl. É interessante ressaltar que o aumento dos mesmos está mais relacionado com a diminuição da produção de matéria seca, conforme mostra a Figura 1.d, do que com o aumento da absorção deste micronutriente.

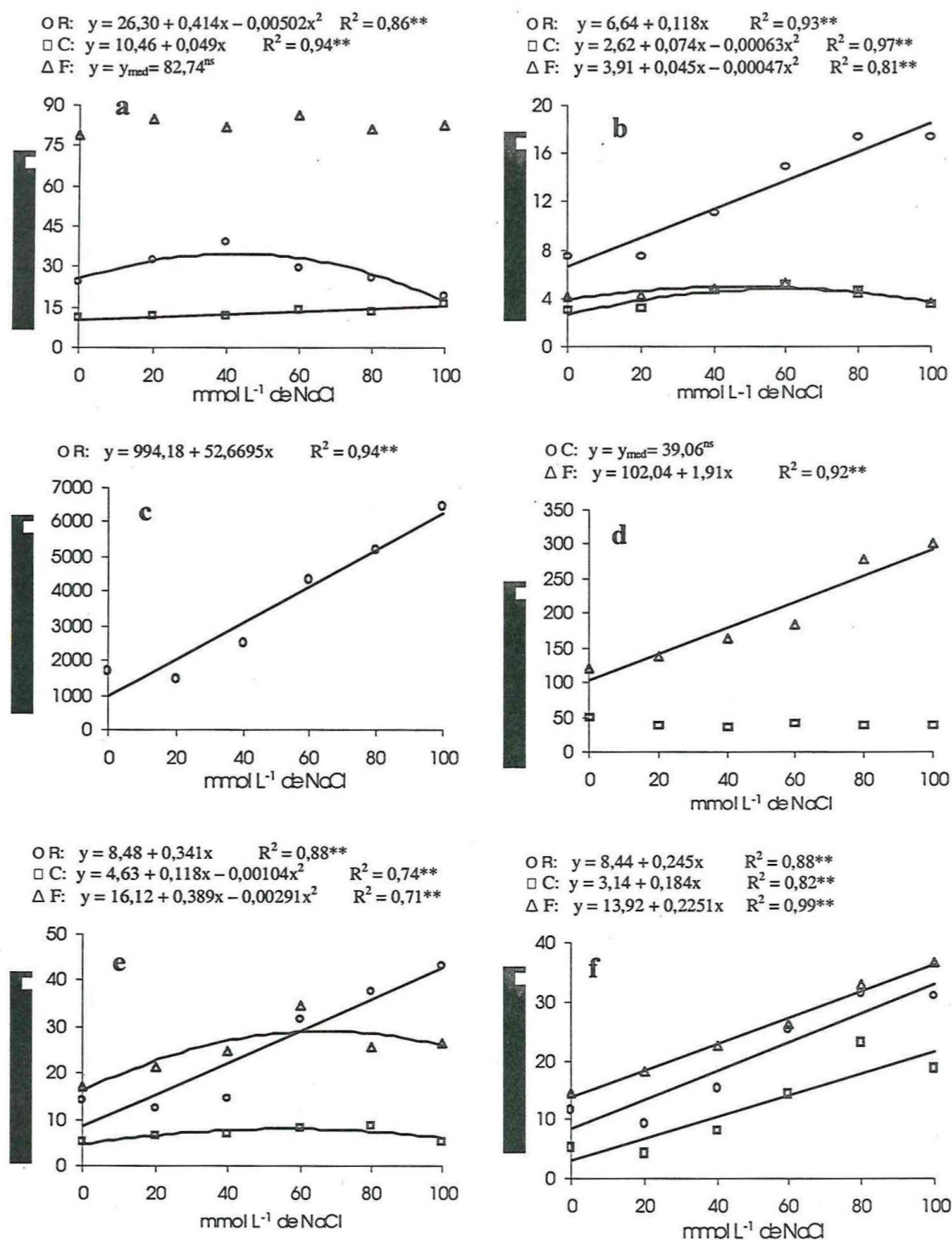


Figura 3 – Teor de Fe nas raízes (a), no caule e folhas (b), teores de Cu (c), Mn (d), Zn (e) e B (f) nas raízes (R), caule (C) e nas folhas (F) em mudas de umbuzeiro em função de doses de NaCl na solução nutritiva. (**) significativo a 1%.

Os teores de Cl (Figura 4.a) aumentaram significativamente com o incremento de NaCl na solução, sendo superiores aos teores de Na (Figura 4.b), que, também, aumentaram nas partes estudadas, conforme aumentaram os níveis de salinidade. O fato de os teores de Cl terem sido superiores ao de Na deve-se à sua grande mobilidade e transporte elevado, ocorrendo o mesmo como ânion livre na planta (MARSCHNER, 1995).

Os maiores teores de Cl foram encontrados nas folhas e os menores no caule, sendo esse comportamento verificado em qualquer uma das doses de NaCl estudadas.

Em doses de até 60 mmol L⁻¹ de NaCl, os teores foliares de Na foram inferiores aos do caule e das raízes, indicando uma tentativa da planta em acionar mecanismos de exclusão do Na das folhas; contudo, a partir de doses

superiores a esta, os teores aumentaram, ultrapassando os do caule e atingindo os das raízes. Assim, na dose de 0 mmol L⁻¹ de NaCl, os teores estimados de Na foram de: 1,68 g kg⁻¹ nas raízes, 0,41 g kg⁻¹ no caule e 0,00 g kg⁻¹ nas folhas.

Prova do mecanismo de exclusão do Na das folhas das mudas de umbuzeiro em baixas concentrações salinas é que na dose de 20 mmol L⁻¹ de NaCl os teores foliares foram de apenas 0,62 g kg⁻¹, sendo que, nessa mesma dose, os teores nas raízes foram de 7,35 g kg⁻¹ e no caule, de 3,51 g kg⁻¹.

4 CONCLUSÃO

- independentemente da concentração de NaCl na solução nutritiva, os teores de Cl nas mudas de umbuzeiro foram superiores aos de Na;
- doses elevadas de NaCl na solução nutritiva induzem as mudas de umbuzeiro a um desbalanço nutricional;

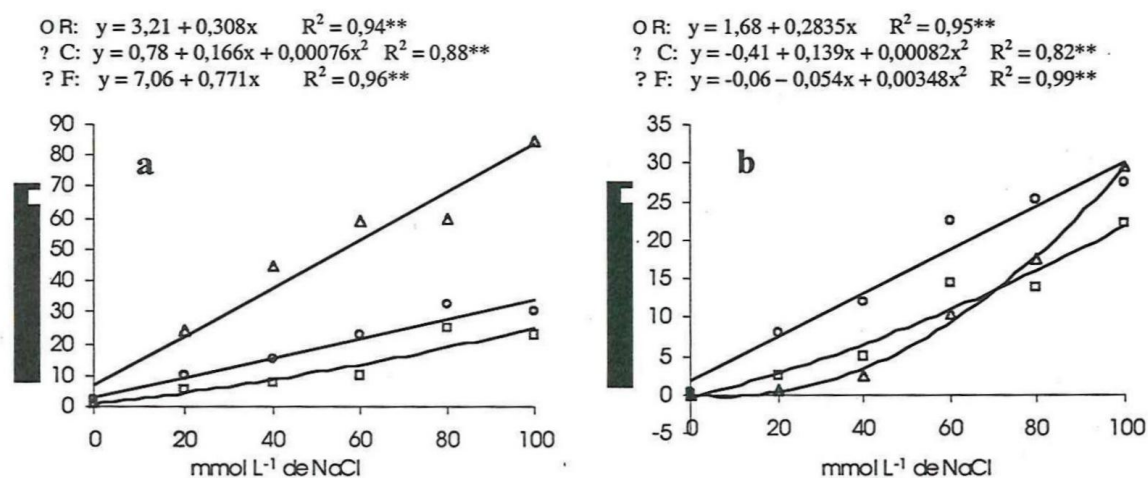


Figura 4 – Teores de Cl (a) e Na (b), em mudas de umbuzeiro em função de doses de NaCl na solução nutritiva. (**) significativos a 1%.

c) o NaCl na solução nutritiva induz uma redução nos teores foliares de N e S em mudas de umbuzeiro, um aumento nos teores de P, Mg, Fe, Zn, Cl e Na, não afeta os teores foliares de Ca e B e, em baixas concentrações salinas, aumentam os teores foliares de K, Cu e Mn, reduzindo-os em altas concentrações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AWAD, A. S.; EDWARDS, D. G.; CAMPBELL, L. C. Phosphorus enhancement of salt tolerance of tomato. *Crop Science*, Madison, v. 30, n. 1, p. 123-128. Jan./Feb. 1990.
- BERNSTEIN, M. A.; AYRES, D. Salt tolerance of five varieties of carrots. *Proc. Am. Soc. Hortic. Science*, v. 16, p. 360-366, 1953.
- CURTIN, D.; STEPPUHN, H.; SELLES, F. Plant responses to sulfate and chloride salinity: growth and ionic relations. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, v. 57, n. 5, p. 1304-1310, Sept./Oct. 1993.
- FAGERIA, N. K. *Adubação e nutrição mineral da cultura do arroz*. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1984. Cap. 10, p.302-320.
- FERNANDES, A. R. *Nutrição mineral e crescimento de mudas de pupunheira (Bactris gasipaes H.B.K.), em solução nutritiva, em função do balanço de nutrientes e níveis de salinidade*. 2000. 145p. Tese (Doutorado) – UFLA, Lavras, 2000.
- FERNANDES, A. R.; CARVALHO, J. G.; CURI, N.; PINTO, J. E. B. P.; GUIMARÃES, P. T. G. Nutrição mineral de mudas de pupunheira sob diferentes níveis de salinidade. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 37, n. 11, p. 1613-1619, nov. 2002.
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. *Anais...* São Carlos: UFSCAR, 2000. p. 255-258.
- GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J.E.; MEDEIROS, J. F. de. *Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada*. Campina Grande: UFPB, 1997.
- GIBSON, T. S. Carbohydrate metabolism and phosphorus/salinity interactions in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant and Soil*, Dordrech, v. 111, n.1, p. 25-35, 1988.
- GONDIM, T. M. S.; SILVA, H.; SILVA, A. Q.; CARDOSO, E. A. Período de ocorrência de formação se xilopódios em plantas de umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.) propagadas sexualmente e assexuadamente. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, v. 13, n. 2, p. 33-38, out. 1991.
- GRATTAN, S. R.; GRIEVE, C. M. Salinity-mineral relations in horticultural crops. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v. 78, p. 127-157, 1993.

- HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. *The water culture method of growing plants without soil*. Berkeley: University of California, 1950. 32p.
- HOCHING, P. J. Distribution and redistribution of mineral nutrient and dry matter in grain sorghum as affected by soil salinity. *Journal Plant Nutrition*, v. 16, p. 1753-1774, 1993.
- IMSANDE, J.; TOURAINÉ, B. N. Demand and the regulation of nitrate uptake. *Plant Physiology*, Rockville, v. 105, n. 1, p. 3-7, 1994.
- LIMA, L. A. Efeitos de sais no solo e na planta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26., 1997, Campina Grande. *Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada*. Campina Grande: UFPB/SBEA, 1997. p. 111-136.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.
- MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. 2. ed. New York. Academic Press, 1995. 889p.
- MIRANDA, J.R.P. *Silício e cloreto de sódio na nutrição mineral e produção de matéria seca de plantas de Cajueiro Anão-Precoce (Anacardium occidentale L.) e de Moringa (Moringa oleifera Lam.)*. 2000. 186 p. Tese (Doutorado) – UFLA, Lavras, 2000.
- NASCIMENTO, C. E. S.; SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, V. R. *Produção de mudas enxertadas de umbuzeiro (Spondias tuberosa Arruda)*. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2000. 13 p. (Circular Técnica, n. 48).
- NEVES, O. S. C. *Nutrição mineral e crescimento de mudas de umbuzeiro (Spondias tuberosa Arr. Cam.)*, em *solução nutritiva, em função de níveis de salinidade*. 2003. 70 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – UFLA), Lavras, 2000.
- OLIVEIRA, M. de. Gênese, classificação e extensão de solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; QUEROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. de. *Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada*. Campina Grande: UFPB, 1997. p. 1-35.
- SILVA, H.; SILVA, A. Q.; ROQUE, M. L.; MALAVOLTA, E. Composição mineral do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* A. Cam.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7., 1984, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis, 1984. v.4, p. 1129-1134.
- TYERMAN, S.D.; SKERRETT, I.M. Root ion channels and salinity. *Scientia Horticulturae*, v. 78, p. 175-235, 1999.
- YAHYA, A. Salinity effects on growth and on uptake and distribution of sodium and some essential mineral nutrients in sesame. *Journal of Plant Nutrition*, v.21, n.7, p. 1439-1451, 1998.
- WILKINSON, J. Q.; CRAWFORD, N. M. identification and characterization of chlorate-resistance mutant of *Arabidopsis thaliana* with mutations in both nitrate reductase structural genes NIA1 and NIA2. *Molecular and General Genetics*, Berlin, v. 239, p. 289-297, 1993.