

CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS DE LEUCENA (*Leucaena leucocephala* (Lam.) R. de Vit) SOB SALINIDADE¹

ANTONIO LUCINEUDO DE OLIVEIRA FREIRE^{2*}, TERESINHA DE JESUS DELÉO RODRIGUES³, JOSÉ ROMILSON PAES DE MIRANDA⁴

RESUMO - O excesso de sais promove a retenção de água no solo, tornando-a cada vez menos acessível às plantas; além disso, íons em excesso podem interferir no metabolismo do protoplasma. A habilidade das plantas em sobreviver sob condições salinas é importante para sua distribuição geográfica e para a agricultura nas regiões salinizadas. Este estudo teve como objetivo verificar os efeitos de doses de NaCl no crescimento, produção de matéria seca e teores de nutrientes em plantas jovens de leucena. O experimento foi conduzido em vasos de 'Leonard' com solução nutritiva, contendo 0, 25, 50 e 100 mmol L⁻¹ de NaCl. A salinidade causou redução no crescimento e no acúmulo de matéria seca das plantas. Aumento das doses de cloreto de sódio reduz o crescimento e o acúmulo de matéria seca das plantas de leucena. Ocorre aumento, na parte aérea, nos teores de N e K, e nas raízes, de N e Mg, enquanto há redução nos teores de Mg na parte aérea e de Ca nas raízes, com aumento da dose de NaCl. As plantas de leucena não excluem o Na e o Cl, principalmente da parte aérea.

Palavras-chave: Salinidade. Acúmulo de nutrientes. NaCl.

GROWTH AND MINERAL NUTRITION OF *Leucaena leucocephala* (Lam.) R. de Vit) IN RELATION TO SALINITY

ABSTRACT - Excessive salt can to promote water soil retention, reducing your availability to plants. Besides, they can interfere in protoplasm metabolism. The plants ability to survive in salinity conditions is an important factor to geographic distribution and agriculture in salinized regions. The objective of this work was to verify the effects of the NaCl in the growth, dry matter distribution and N, K, Ca, Mg, Na, and Cl content in young plants. The experiment was conducted in 'Leonard' pots, with nutrient solutions, with NaCl (0, 25, 50 and 100 mmol L⁻¹). Increasing of NaCl concentration reduces growth and total dry matter. There was an increase of N and K content, in shoots, and N and Mg content in roots. There was an reduction in Mg content in shoots, and reduction of Ca content in roots with increasing of NaCl. *Leucaena* plants were inefficient to exclude Na and Cl, in shoots principally.

Keywords: Salinity. Nutrients accumulation. NaCl.

*Autor para correspondência.

¹Recebido para publicação em 30/09/2008; aceito em 15/09/2010.

Parte da Tese do primeiro autor para obtenção do título de Doutor pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, FCAV/UNESP, Jaboticabal - SP.

²Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, UFCG, Caixa Postal 64, 58700-970, Patos - PB; lofreire@cstr.ufcg.edu.br

³Departamento de Biologia Aplicada às Ciências Agrárias, UNESP/FCAV, Via de Acesso Paulo Donato Castelane, s/n, 14884-900, Jaboticabal - SP; tedelro@fcav.unesp.br

⁴Unidade Acadêmica de Agronomia e Tecnologia de Alimentos, UFCG, 58840-000, Pombal - PB; romilson@ccta.ufcg.edu.br

INTRODUÇÃO

As regiões áridas e semi-áridas, que constituem cerca de 40% da superfície da Terra, caracterizam-se por períodos de seca prolongados e temperaturas altas, que limitam a produtividade. Somado a esses fatores está a salinidade do solo, problema que está aumentando em virtude do emprego de técnicas agrícolas de maneira incorreta, como adubação excessiva e irrigação com água imprópria para tal finalidade, transformando terras férteis e produtivas em áridas.

Dentre os elementos que contribuem para a salinização dos solos, os principais são Ca, Mg, Na, K, Cl e S. Quando o teor de sódio é alto em relação aos demais cátions, este pode ser adsorvido pelo complexo de troca. Neste caso, as partículas de argila podem dispersar-se e o solo perde sua estrutura, tornando-se impermeável (PIZARRO, 1978).

A habilidade das plantas em sobreviver sob condições salinas é importante para sua distribuição geográfica e para a agricultura em regiões com solos salinizados. Para o aproveitamento de áreas salinizadas é necessário então que se utilizem espécies tolerantes a essa condição e, se possível, que sejam capazes de recuperar o solo, o que pode ser conseguido através do plantio de leguminosas de rápido crescimento, tolerantes à salinidade. No entanto, para que se obtenha sucesso, é necessário que se conheçam quais os efeitos que a salinidade exerce sobre a espécie a ser empregada.

A tolerância à salinidade é geralmente considerada como a porcentagem de produção de biomassa sob salinidade versus condições controle, ao longo de um período de tempo prolongado. Essa tolerância também pode ser avaliada em termos de sobrevivência, que é bastante apropriado para espécies perenes, mas para espécies anuais, especialmente para as culturas em larga escala ou hortícolas, a taxa de produção de biomassa é mais útil, pois geralmente se correlaciona com o rendimento (MUNNS, 2002).

A leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) R. de Wit.) é uma importante leguminosa arbórea tropical, perene, com sistema radicular profundo, que lhe confere grande resistência à seca, ocasião em que, não perdendo suas folhas, proporciona forragem verde de alta qualidade. O seu emprego pode ser diverso, visando desde a produção de madeira para lenha, carvão, celulose, até a sua utilização como quebra-vento, conservação e fertilidade do solo. No entanto, pouco se conhece sobre o comportamento da espécie em relação à salinidade estudos têm sido conduzidos com o objetivo de avaliar sua tolerância à salinidade.

Este estudo teve como objetivo verificar os efeitos da salinidade no crescimento, distribuição de matéria seca e teores de macronutrientes em plantas jovens de leucena.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação pertencente ao Departamento de Tecnologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, Campus de Jaboticabal. Após a quebra da dormência tegumentar com água quente (80° C) durante 30 segundos, as sementes foram colocadas para germinar em vasos de Leonard, com capacidade de 1,0 L, contendo areia lavada e esterilizada. Aos 10 dias após a germinação, foi feito um desbaste, deixando-se três plantas por vaso.

A salinidade foi imposta através da adição de NaCl à solução nutritiva. Inicialmente os tratamentos receberam 25 mmol L⁻¹ de NaCl, dobrando-se esse valor a cada 5 dias, até atingir a salinidade final do tratamento a ser testado.

Os tratamentos (0, 25, 50 e 100 mmol L⁻¹ de NaCl) foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com 5 repetições. Utilizou-se a solução nutritiva de Hoagland e Arnon (1950) com metade da concentração original. As soluções eram trocadas a cada 5 dias, a fim de manter-se o nível de salinidade, bem como a concentração iônica da solução nutritiva.

Altura e matéria seca

Aos 60 dias após o início do estudo salino, foi medida a altura das plantas. Em seguida, as plantas foram cortadas na região do coleto, separados a parte aérea e o sistema radicular, acondicionados em sacos de papel e secas em estufa de circulação forçada de ar a 70° C, até atingir massa constante, sendo pesadas posteriormente.

Teores de nutrientes

Foram determinados os teores de nutrientes na parte aérea e nas raízes das plantas. Após a digestão sulfúrica, o material foi destilado, e o nitrogênio dosado segundo o método semi-microKjedahl (LIAO, 1981). Para as análises de potássio, cálcio, magnésio, sódio e cloro, a digestão foi feita em forno microondas CEM, seguindo-se o procedimento descrito em Abreu et al. (1995). A determinação dos teores de potássio e sódio foi feita em fotometria de chama; de cloro por titulação com nitrato de prata; de cálcio e de magnésio por espectrofotometria de absorção atômica (MALAVOLTA et al., 1997).

Os dados foram submetidos às análises de variância e de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Crescimento e matéria seca das plantas

O aumento da dose de cloreto de sódio causou redução progressiva na altura e na matéria seca das plantas (Figura 1). Na dose de 100 mmol L⁻¹ de NaCl, as plantas apresentaram redução de 43% na altu-

ra, e de 80% na matéria seca das raízes, da parte aérea e na matéria seca total, quando comparadas com as plantas que não receberam NaCl.

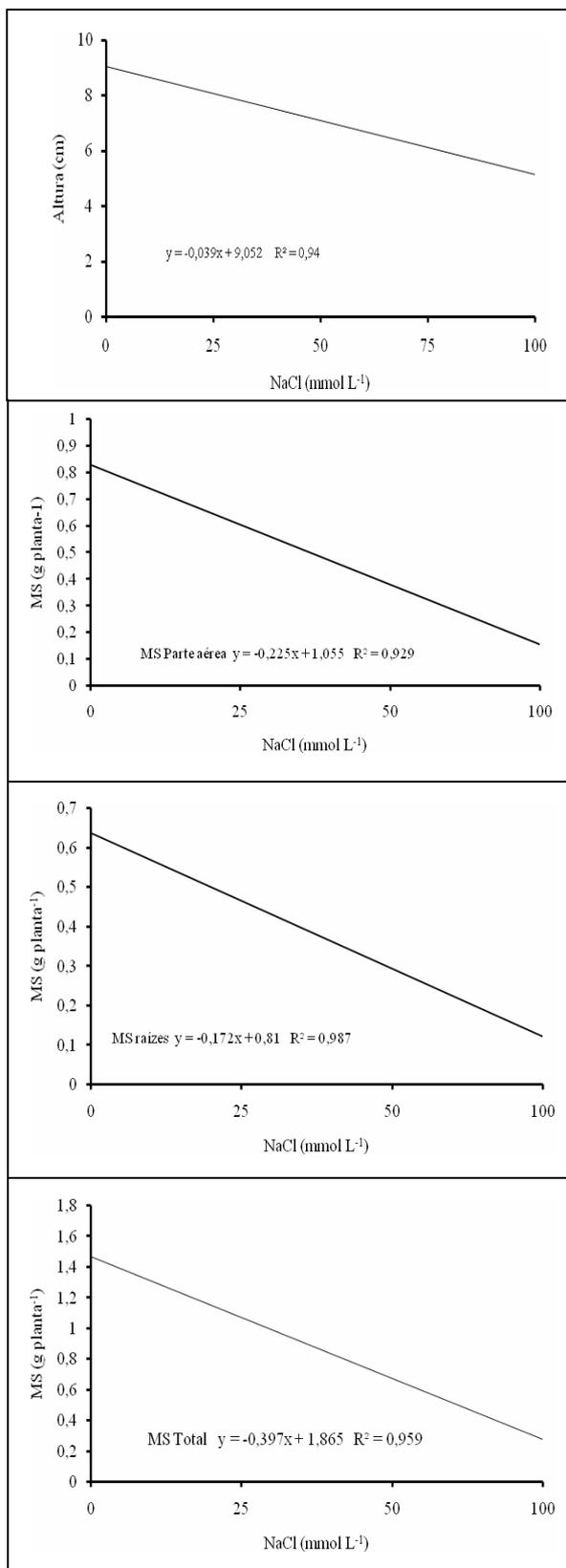


Figura 1. Altura e matéria seca de plantas de leucena em função das doses de NaCl.

Os efeitos da salinidade no crescimento e na produção de matéria seca das plantas podem ser tanto de natureza tóxica dos íons Na⁺ e Cl⁻, como de natureza osmótica, promovendo redução na absorção de água pelas plantas, afetando processos como alongamento e divisão celular. De acordo com Hsiao e Xu (2000), a salinidade afeta mais o crescimento das folhas do que das raízes, indicando que pode ser devido a fatores associados com o estresse hídrico e não aos efeitos específicos dos sais.

A salinidade pode também provocar desbalanço na partição de assimilados entre as várias partes da planta, com redução na relação parte aérea/raiz das plantas sob estresse (HANSON; HITZ, 1982). Trabalhos com outras leguminosas têm mostrado reduções no crescimento, produção e distribuição de matéria seca de plantas de caupi (SILVA et al., 2003; MEDEIROS et al., 2008; SILVA et al., 2009) e de *Sesbania* (RAO et al., 2005; AZAM et al., 2006) como consequência do estresse salino.

Teores de nutrientes

As doses de cloreto de sódio exerceram efeito significativo nos teores de nutrientes nas plantas de leucena (Figura 2). O teor de N aumentou linearmente com o aumento da dose de NaCl (Figura 2), sendo que nas raízes os teores eram superiores aos da parte aérea, demonstrando ter ocorrido interferência na translocação desse nutriente para a parte aérea das plantas. Quando submetidas a 100 mmol L⁻¹ de NaCl, observou-se aumento de 56% e 36% nos teores de N, respectivamente na parte aérea e nas raízes, em relação às plantas que não receberam NaCl.

Na literatura, as informações quanto aos efeitos da salinidade nos teores de nitrogênio são controversos, evidenciando a variação inter-específica, pois, em plantas de moringa, Miranda et al. (2002) observaram efeito quadrático positivo, enquanto em plantas de cajueiro, Miranda et al. (2004) verificaram comportamento quadrático negativo nos teores de N nas folhas dessas plantas.

Os efeitos da salinidade no nitrogênio podem decorrer da inibição na absorção de NO₃⁻, provavelmente devido ao efeito depressivo do Cl⁻, apesar de não exercer nenhum efeito na absorção de NH₄⁺, conforme afirmam Botella et al. (1994). Percebe-se, então, que há variação na resposta dos teores de N em função da salinidade, e esses efeitos, segundo Al-Harbi (1995), observaram em plantas de tomateiro e pepino, dependerão do nível de salinidade a que a planta está submetida, do estágio de crescimento e, principalmente, do grau de tolerância que a espécie ou o genótipo possui em relação à salinidade. Aumento nos teores de N com o aumento nas doses de NaCl (Figura 2) pode ter sido causado pelo efeito de concentração, pois, houve redução na altura e na produção de matéria seca das plantas com elevação da concentração de NaCl na solução nutritiva (Figura 1).

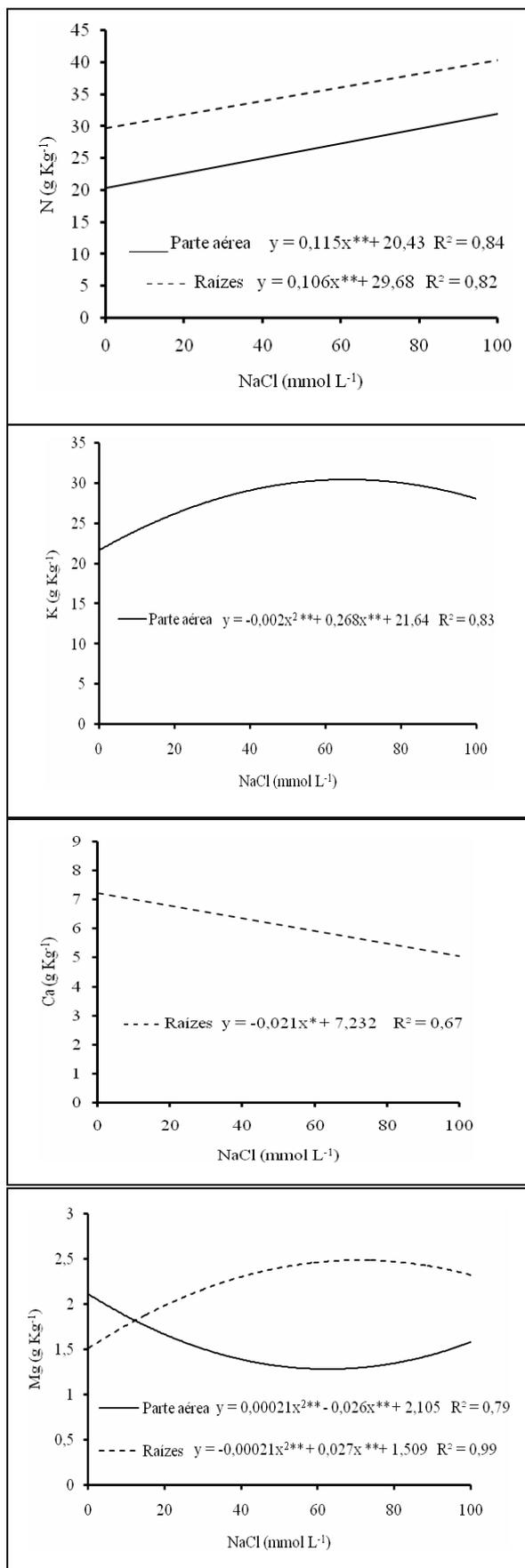


Figura 2. Teores de N, K, Ca e Mg em plantas de leucena em função das doses de NaCl.

Quanto ao teor de K, foi verificado efeito significativo das doses de NaCl apenas na parte aérea, apresentando aumento quadrático, atingindo valor máximo a 67 mmol L⁻¹ de NaCl, sendo 41% maior do que o verificado nas plantas que não receberam NaCl (Figura 2). Acima dessa dose de NaCl (67 mmol L⁻¹ de NaCl) houve redução no acúmulo de K. Tal redução é prejudicial, refletindo em menor produção de matéria seca e crescimento das plantas, o que demonstra menor tolerância à salinidade. O aumento da seletividade da membrana ao K é importante para reduzir os efeitos da salinidade nas plantas, por se tratar do principal íon no ajustamento osmótico e na manutenção da turgescência celular (MUNNS, 2002).

O efeito antagônico do Na sobre o K é um processo bastante evidenciado nos estudos com salinidade, sugerindo competição entre esses dois íons. No entanto, o efeito deletério do Na sobre a absorção de K não ficou evidente nesse experimento, pelo menos nas doses inferiores a 67 mmol L⁻¹ de NaCl (Figura 2), mostrando que até esse nível de salinidade as plantas de leucena continuaram transportando K para a parte aérea. Munns (2002) afirma que o ideal é que o Na e o Cl fiquem depositados no vacúolo das células, o que é indicado pelas altas concentrações desses íons na parte aérea. No entanto, quando isso ocorre, K⁺ e solutos orgânicos se acumulam no citoplasma e outras organelas, para balancear o potencial osmótico dos íons no vacúolo (HASEGAWA et al., 2000).

Ao contrário do observado no teor de K, o efeito do NaCl no teor de Ca foi significativo apenas nas raízes, havendo redução linear do mesmo com aumento da dose de NaCl. As plantas que receberam 100 mmol L⁻¹ de NaCl apresentaram teor de Ca 29% menor do que aquelas que não receberam NaCl (Figura 2). Lynch e Läuchli (1985) afirmaram que a redução na absorção de Ca pela presença do NaCl pode estar relacionada à inibição do movimento desse nutriente da raiz para o xilema da parte aérea, bem como pela redução na sua disponibilidade na solução, causando precipitação e formação de pares iônicos. Na presença de concentrações elevadas de Na no solo ou solução, a absorção de K e de Ca pode ser inibida, podendo causar deficiência desses nutrientes (LYNCH; LÄUCHLI, 1985).

As doses de NaCl causaram redução e aumento nos teores de Mg, respectivamente na parte aérea e nas raízes, mostrando que o seu transporte para os órgãos aéreos foi comprometido. Em ambos os casos, o comportamento foi quadrático. O menor teor de Mg na parte aérea foi observado a 62 mmol L⁻¹ de NaCl, enquanto que nas raízes o teor mais alto foi verificado a 64 mmol L⁻¹ de NaCl (Figura 2). A redução no teor de Mg na parte aérea das plantas (Figura 2) pode estar associada a competição iônica com o Na⁺ presente na solução (COSTA et al., 2008). Igualmente ao observado nos teores de N e de K (Figura 2), o aumento nos teores de Mg podem ser

devidos ao efeito concentração, em virtude da redução na altura e na matéria seca das plantas provocada pelo aumento da dose de NaCl.

O teor de sódio aumentou linearmente com o aumento da dose de NaCl (Figura 3), sendo que a 100 mmol L⁻¹ de NaCl na solução esse teor foi cerca de 6 e 9 vezes maior, respectivamente na parte aérea e nas raízes, em relação à dose 0 mmol L⁻¹ de NaCl.

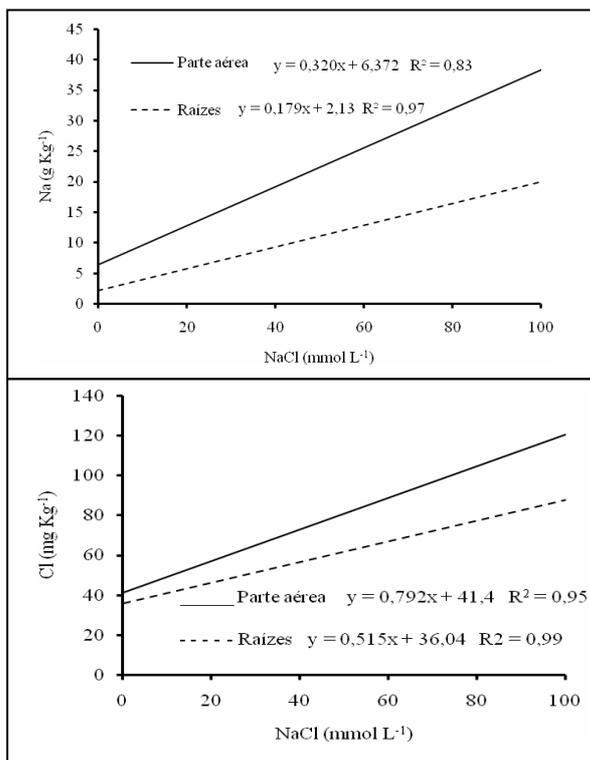


Figura 3. Teores de Na e Cl em plantas de leucena em função das doses de NaCl.

As plantas não conseguiram regular a absorção do Na, nem tampouco a sua translocação para a parte aérea, o que resultou em teores mais elevados nesse compartimento. De acordo com Hasegawa et al. (2000), o movimento de sal das raízes para a parte aérea é o resultado da taxa transpiratória, necessária para a manutenção da condição hídrica da planta. Ainda segundo esses autores, o acúmulo de grandes quantidades de íons em folhas maduras e velhas, frequentemente observada em condições de estresse salino, é uma estratégia para excluir esses íons das folhas novas, evitando seus efeitos deletérios na fotossíntese.

Aumento da dose de NaCl na solução causou aumento linear nos teores de cloro nas plantas e, da mesma forma que o observado quanto ao Na, os maiores teores foram obtidos na parte aérea (Figura 3). De acordo com Munns e Termaat (1986), quando os teores de Na e Cl nas folhas maduras são altos, a senescência é desencadeada, causando redução nos teores de clorofila e na produção de fotoassimilados. O acúmulo desses íons potencialmente tóxicos em função do aumento na dose de NaCl pode ter contri-

buído para a redução no crescimento e na produção de matéria seca das plantas (Figura 1).

CONCLUSÕES

Aumento das doses de cloreto de sódio reduz o crescimento e o acúmulo de matéria seca das plantas de leucena;

Ocorre aumento, na parte aérea, nos teores de N e K, e nas raízes, de N e Mg, enquanto há redução nos teores de Mg na parte aérea e de Ca nas raízes, com aumento da dose de NaCl;

As plantas de leucena não excluem o Na e o Cl, principalmente da parte aérea.

REFERÊNCIAS

ABREU, C. A. et al. Comparação de métodos de análise para avaliar a disponibilidade de metais em solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.19, n.3, p.463-468, 1995.

AL-HARBI, A. R. Growth and nutrient composition of tomato and cucumber seedlings as affected by sodium chloride salinity and supplemental calcium. **Journal of Plant Nutrition**, v. 18, n. 7, p. 1403-1416, 1995.

AZAM, F. et al. Chamber effect on growth and N₂ fixation of *Sesbania aculeate* (L.) at two salinity and moisture regimes. **Pakistan Journal Biological Sciences**, v. 9, n. 7, p. 1381-1388, 2006.

BOTELLA, M. A.; CERDÁ, A.; LIPS, S. H. Kinetics of NO₃⁻ and NH₄⁺ uptake by wheat seedlings. Effect of salinity and nitrogen source. **Journal of Plant Physiology**, v. 144, n. 1, p. 53-57, 1994.

COSTA, D. M. A. et al. Conteúdo de N, P, K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ no amaranto (*Amaranthus* spp) sob estresse salino e cobertura morta. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 2, p. 209-216, 2008.

HANSON, A.; HITZ, W. Metabolic responses of mesophytes to plant water deficits. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 33, p. 163-203, 1982.

HASEGAWA, P. M. et al. Plant cellular and molecular responses to high salinity. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 51, p. 463-499, 2000.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The water culture method for growing plants without soil**. Bekerley: California Agriculture Experimental Study. 1950. 32 p. (Circular, 347).

HSIAO, T. C.; XU, L. K. Sensitivity of growth of

- roots versus leaves to water stress: biophysical analysis and relation to water transport. **Journal of Experimental Botany**, v. 51, n. 350, p. 1595-1616, 2000.
- LIAO, C.F.H. Devarda's alloy method for total nitrogen determination. **Soil Science Society of America Journal**, v. 45, p. 852-855, 1981.
- LYNCH, J.; LÄUCHLI, A. Salt stress disturbs the calcium nutrition of barley (*Hordeum vulgare*). **New Phytologist**, v. 99, n. 3, p. 345-354, 1985.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.
- MEDEIROS, J. F. et al. Crescimento e acúmulo de N, P e K pelo meloeiro irrigado com água salina. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 4, p. 452-457, 2008.
- MIRANDA, J. R. P. et al. Silício de cloreto de sódio na nutrição mineral e produção de matéria seca de plantas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 26, n. 5, p. 957-965, 2002.
- MIRANDA, J. R. P. et al. Silício e cloreto de sódio e seus efeitos nos teores foliares de macronutrientes Na, Cl, e SiO₂ em clones de cajueiro anão-precoce (*Anacardium occidentale* L.). **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, n. 41, p. 203-213, 2004.
- MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell and Environment**, v. 25, n. 2, p. 239-250, 2002.
- MUNNS, R.; TERMAAT, A. Whole-plant responses to salinity. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 13, n. 1, p. 143-160, 1986.
- PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperacion del suelo salino**. Madrid: Agrícola Española, 1978. 521 p.
- RAO, V. M. et al. Role of arbuscular mycorrhiza on tolerance to salinity of the tree legume *Dalbergia sissoo* Roxb. Inoculated by *Rhizobium*. **Journal of Phytologist Research**, v. 18, n. 2, p. 223-226, 2005.
- SILVA, F. E. O. et al. Desenvolvimento vegetativo do feijão caupi irrigado com água salina em casa de vegetação. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 156-159, 2009.
- SILVA, J. V. et al. Physiological responses of NaCl stressed cowpea plants grown in nutrient solution supplemented with CaCl₂. **Brazilian Journal of**