

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.)¹

José Romilson Paes de MIRANDA²

Janice Guedes de CARVALHO³

Antonio Lucineudo de Oliveira FREIRE²

Antonio Rodrigues FERNANDES⁴

Jacob Silva SOUTO²

Haroldo Nogueira de PAIVA⁵

RESUMO: Conduziu-se um experimento em casa-de-vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras, com o objetivo de serem avaliadas as alterações provocadas pelo NaCl nos teores foliares de macronutrientes, de sódio e cloro em plantas de cajueiro anão-precoce (CCP-09 e CCP-1001), bem como o efeito amenizador do SiO₂ sobre o estresse salino. Utilizou-se o delineamento em blocos completos ao acaso, em esquema fatorial (5 x 4), com três repetições. As plantas foram cultivadas em solução nutritiva completa de Hoaglan e Arnon (1950), com renovação a cada dez dias; com ½ da força iônica original, contendo diferentes níveis de NaCl (0; 30; 60; 90 e 120 mol m⁻³) e de SiO₂ (0,0; 0,5; 1,0 e 1,5 mol m⁻³). Aos 60 dias, as plantas foram coletadas. Nas plantas do clone CCP-1001 o cloreto de sódio reduziu os teores foliares de N e SiO₂, e o silício aumentou os de N, P e K. No clone CCP-09 os teores de N também foram favorecidos pelo silício. O silício foi benéfico à absorção de Ca e de Mg pelas plantas dos clones CCP-09 e CCP-1001, respectivamente. A absorção de Na e de Cl foi favorecida pelo cloreto de sódio em ambos os clones.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Estresse Salino, Silício, Absorção, *Anacardium occidentale* L.

¹ Aprovado para publicação em 25.06.2004

Parte da Tese de Doutorado apresentada pelo primeiro autor ao Curso de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Lavras, Lavras (MG)

² Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Adjunto da Universidade Federal de Campina Grande/ Centro de Saúde e Tecnologia Rural. Departamento de Engenharia Florestal. E-mail: paesr@bol.com.br

³ Engenheira Agrônoma, Dra., Professora Titular da Universidade Federal de Lavras. Departamento de Ciência do Solo. E-mail: janicegc@ufla.br.

⁴ Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Adjunto da Universidade Federal Rural da Amazônia. E-mail: Antonio.fernandes@ufra.edu.br.

⁵ Engenheiro Florestal, Dr., Professor Adjunto da Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Florestal. E-mail: hnpaiva@ufv.br.

SILICON AND SODIUM CHLORIDE EFFECTS IN LEAF CONTENT OF MACRONUTRIENTS, Na, Cl AND SiO₂ OF DWARF- EARLY CASHEW CLONES (*Anacardium occidentale* L.)

ABSTRACT: The experiment was carried out in the greenhouse of the Federal University of Lavras with the objective to evaluate the NaCl induced alterations on leaf content of macronutrients, sodium, chloride and silicon in CCP-09 and CCP-1001 dwarf-early cashew plants and the SiO₂ amelioration effect on plant growth under salt stress. A randomized complete-block experimental design, with 5 x 4 factorial treatments, and three replicates was used. The cashew plants were grown in a half-strength complete Hoagland e Arnon (1950) nutrient solution with different levels of NaCl (0; 30; 60; 90 and 120 mol m⁻³) and SiO₂ (0,0; 0,5; 1,0 and 1,5 mol m⁻³). The nutrient solutions were fully changed every 10 day. The experiment was harvested 60 days after plant acclimatization period. Sodium chloride reduced nitrogen and silicon content and silicon increased N, P and K levels in leaves of CCP – 1001 clone plants. N levels were also favored by silicon in CCP-09 plants. Silicon increased Ca and Mg uptake in plants of the CCP-09 and CCP-1001 clones, respectively. Sodium chloride increased Na and Cl uptake in both clones and silicon kept Na levels lower in salt tolerant than in salt sensitive plants.

INDEX TERMS: Salt Stress, Uptake..

1 INTRODUÇÃO

O estresse salino é um dos fatores ambientais que mais limitam o crescimento e a nutrição mineral das plantas nas regiões semi-áridas, em função da redução do potencial osmótico no ambiente radicular e, também, pelos efeitos tóxicos de alguns íons sobre a absorção dos nutrientes e sobre alguns processos biológicos. O efeito da salinidade sobre a absorção e o acúmulo de nutrientes nas plantas é variado, e depende da espécie vegetal e da quantidade de sal predominante na solução (DELGADO et al., 1993). O excesso de sódio, dentre outros efeitos, reduz a absorção de P, K, e Ca (YAHYA, 1998), e provoca desequilíbrios na distribuição de K, Ca, Mg e Na nas plantas (DURAND; LACAN, 1994), com acúmulo do último nas folhas velhas e no

caule. A salinidade afeta importantes processos bioquímicos, como a assimilação de N e CO₂, e a síntese de proteínas (CUSIDO et al., 1987), predominantemente nos primeiros estádios de crescimento vegetal (HU; OERTLI; SCHMIDHALTER, 1997).

A correção da salinidade-sodicidade é feita, tradicionalmente, pela lixiviação dos sais solúveis através do perfil do solo, mediante o uso de corretivos químicos. No entanto, este tipo de prática pode ser pouco eficiente em regiões que não disponham de água em quantidade e qualidade satisfatórias. Por isso, Ahmad (1987) propõe o emprego do silício como alternativa aos métodos tradicionais de recuperação dos solos afetados por sais, após demonstrar que a aplicação de 10 mol m⁻³ de NaCl, na

ausência do silício, provocou uma redução de 46% na produção de massa seca em plantas de trigo (*Triticum aestivum*), enquanto que na presença de 0,3 mol m⁻³ de SiO₂, essa redução foi de apenas de 4%. Em plantas de algaroba (*Prosopis juliflora*), observou-se aumento de 34% na assimilação de CO₂ (BRADBURY; AHMAD, 1990) e em cevada (*Hordeum vulgare*), de 29,3% (LIANG et al., 1996) em resposta à aplicação de silício. Estas alterações na assimilação do carbono são importantes, pois sua incorporação à biomassa implica em maior demanda por nutrientes para implementar o crescimento das plantas.

Devido à eficácia temporária e à baixa eficiência que os métodos tradicionais de recuperação de solos afetados por sais apresentam em algumas circunstâncias, torna-se necessário o desenvolvimento de novas opções de uso e manejo desses solos. A utilização de espécies de interesse econômico, associadas ao emprego de agentes químicos capazes de reduzirem os efeitos negativos da salinidade sobre o crescimento das plantas e o silício, pode constituir-se numa estratégia viável para a reincorporação de solos salinos ao sistema produtivo, devido aos baixos custos e ao efeito permanente.

Objetiva-se avaliar, neste trabalho, a capacidade do silício de reduzir os efeitos do NaCl sobre os teores foliares de macronutrientes, sódio, cloro e SiO₂ em plantas de cajueiro anão-precoce (CCP-09 e CCP-1001) cultivadas em solução nutritiva.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Conduziu-se o experimento em casa-de-vegetação do Departamento de Ciência do Solo, da Universidade Federal de Lavras (MG), utilizando-se clones de cajueiro anão-precoce, sensível (CCP-09) e tolerante (CCP-1001) à salinidade, os quais foram submetidos ao estresse salino. Após serem desinfetadas, as sementes foram semeadas em vermiculita e irrigadas com água destilada. Dez dias após a germinação, as plantas foram transferidas para bandejas de plástico com 30L de capacidade, onde permaneceram 15 dias em solução nutritiva completa de Hoagland e Arnon (1950) a 1/5 da força iônica original.

Após este período de adaptação ao meio líquido de cultivo, as plantas foram transferidas para vasos plásticos com 3L de capacidade, com 1/2 da força iônica original, acrescida dos níveis de NaCl e de SiO₂. O Na adicionado através do Na₂SiO₃ foi subtraído dos níveis originais de NaCl. A solução foi renovada a cada 10 dias, o pH foi corrigido diariamente com KOH, sendo mantido em 6,5. Durante a condução do experimento, a casa-de-vegetação apresentou umidade relativa entre 50 e 70%; temperatura entre 18 e 28 °C; e luminosidade de 2000 mmol de fótons s⁻¹ m⁻². A solução nutritiva utilizada apresentava os nutrientes nas seguintes concentrações: N-7,5; P-0,5; K-3,0; Ca-2,0; Mg-1,0 e S-1,0 (mol m⁻³); B-23,3; Cu-0,3; Fe-16,0; Mn-4,5; Mo-0,05 e Zn-0,4 (mmol m⁻³).

O experimento foi conduzido em blocos completos casualizados, em esquema fatorial (5x4), correspondendo aos níveis de

NaCl (0; 30; 60; 90 e 120 mol m⁻³) e de SiO₂ (0,0; 0,5; 1,0 e 1,5 mol m⁻³), com três repetições por tratamento e uma planta por vaso. As plantas dos clones CCP-09 e CCP-1001 foram coletadas aos 50 e 60 dias após o período de adaptação, respectivamente. As plantas foram colocadas para secar, em estufa com circulação forçada de ar a 70°C, até peso constante e, posteriormente, realizadas as análises químicas.

No extrato obtido por digestão nítrico-perclórica determinaram-se os teores de P por colorimetria, Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica, K e Na por fotometria de chama de emissão, cloro, após extração com H₂O, por titulometria do nitrato de prata (MALAVOLTA, VITTI; OLIVEIRA, 1997), N total pelo método semimicro Kjeldahl (LIAO, 1981), sendo a destilação e a titulação realizadas segundo Bremner e Edwards (1965), e SiO₂, segundo Furlani e Gallo (1978).

Os valores referentes aos teores de N, P, K, Ca, Mg, Na, Cl e SiO₂ foram submetidas à análise de variância e de regressão, cujas equações foram ajustadas às médias de cada variável, em função dos fatores isolados ou da sua interação.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No clone CCP-09, o NaCl provocou decréscimos nos teores foliares de N, com ajuste quadrático dos dados, sendo o menor valor de N total observado com 97,3 mol m⁻³ de NaCl (Figura 1a). Resultados semelhantes foram observados por Saur et al. (1995), em plantas de Pinus sp. No clone CCP-1001, os tratamentos não exerceram efeito significativo sobre os teores de N total, e os dados não apresentaram ajuste matemático. Este resultado está de acordo com as informações encontrados na literatura, segundo as quais o estresse salino pode elevar a concentração de N nas raízes, sem, contudo, alterá-la nas folhas de plantas de tomate e melão (AL-HARBI, 1995).

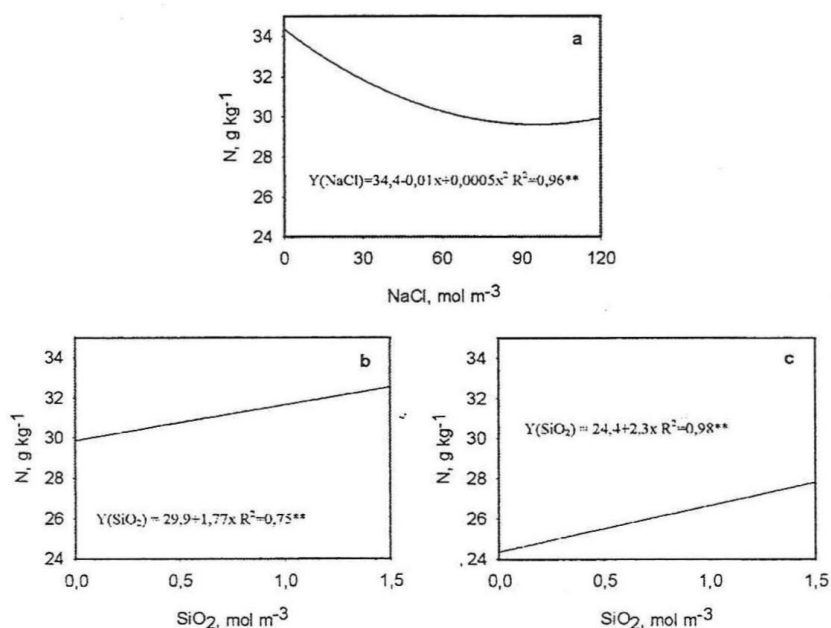


Figura 1 - Teores foliares de N total em clones de cajueiro anão-precoce CCP-09 (a, b) e CCP-1001 (c), em resposta ao NaCl e ao SiO₂.

A adição do silício ao meio de cultivo provocou aumentos lineares nos teores foliares de N, independentemente do nível de sensibilidade dos clones à salinidade (Figuras 1b, c). De modo geral, pode-se afirmar que os teores de N observados nos clones CCP-09 e CCP-1001 estão acima dos encontrados por Navés (1999), em plantas adultas, cultivadas em solo não-salino.

Os teores foliares de P foram influenciados pelos tratamentos apenas no clone CCP-1001, os quais, na ausência de silício, decresceram com a primeira concentração de NaCl, atingindo o teor mínimo em 29,5 mol m⁻³ de NaCl (Figura 2), estando de acordo com os resultados obtidos por Al-Karaki (1997). Segundo esse autor, o aumento da concentração de NaCl em solução reduz a atividade do íon H₂PO₄⁻, forma predominantemente absorvida pelas plantas (SENTENAC; GRIGNON, 1985), com conseqüente redução na absorção e transporte para as folhas (AWAD; EDWARDS; CAMPBELL, 1990). Em concentrações de NaCl superiores a 30 mol m⁻³, os teores foliares de P aumentaram, atingindo valores semelhantes aos obtidos com 0,5 e 1,5 mol m⁻³ de SiO₂, no nível mais elevado de NaCl. Na presença de 0,5; 1,0 e 1,5 mol m⁻³ de SiO₂, os teores de P aumentaram linearmente com os níveis de NaCl (Figura 2).

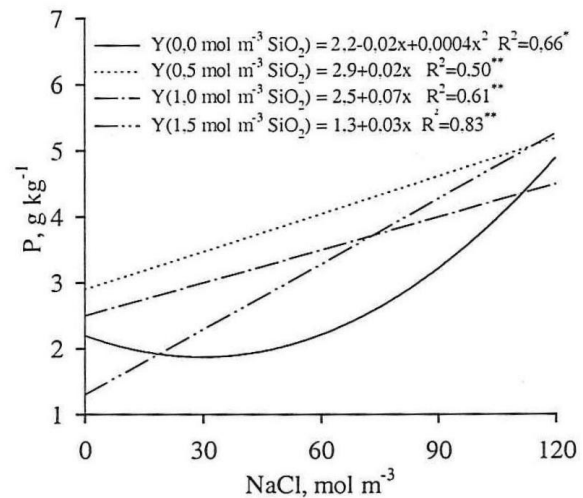


Figura 2 – Teores foliares de P, em clone de cajueiro anão-precoce CCP-1001, em resposta à interação entre o NaCl e o SiO₂.

A salinidade provocou decréscimos nos teores de K nas folhas do clone CCP-09, cujo valor mínimo foi verificado com 39,4 mol m⁻³ de NaCl. Por outro lado, em concentrações de NaCl superiores a 39,4 mol m⁻³, os teores de K apresentaram tendência consistente de acréscimo (Figura 3a). O Si reduziu os teores de K até uma dose estimada de 0,74 mol m⁻³ de SiO₂ aumentando a partir dessa concentração (Figura 3c). No clone CCP-1001, a interação entre os fatores promoveu alteração nos teores foliares de K. A 1,5 mol m⁻³ de SiO₂, os valores foram semelhantes aos observados com 0,0 mol m⁻³ de SiO₂. Decresceram e aumentaram linearmente com o NaCl, na ausência (0,0 mol m⁻³ de SiO₂) e na presença de silício (1,0 mol m⁻³ de SiO₂), respectivamente. Com a aplicação de 0,5 mol m⁻³ de SiO₂, os teores de K elevaram-se a partir de 54,8 mol m⁻³ de NaCl,

atingindo valores superiores aos obtidos com os demais níveis de silício e com a maior dose de NaCl (Figura 3b).

Esses resultados mostram que o efeito do silício e do NaCl sobre a absorção e o transporte do K estão de acordo com as informações disponíveis na literatura. Segundo Liang et al. (1996), a adição de

SiO₂ à solução de cultivo reduz a permeabilidade da plasmalema para o Na e aumenta para o K, amenizando, desta forma, a toxicidade induzida pelo estresse salino sobre as plantas de cevada, aumentando, portanto, a tolerância à salinidade, devido à ação do K no ajustamento osmótico celular (REGGIANI; BOZO; BERTANI, 1995).

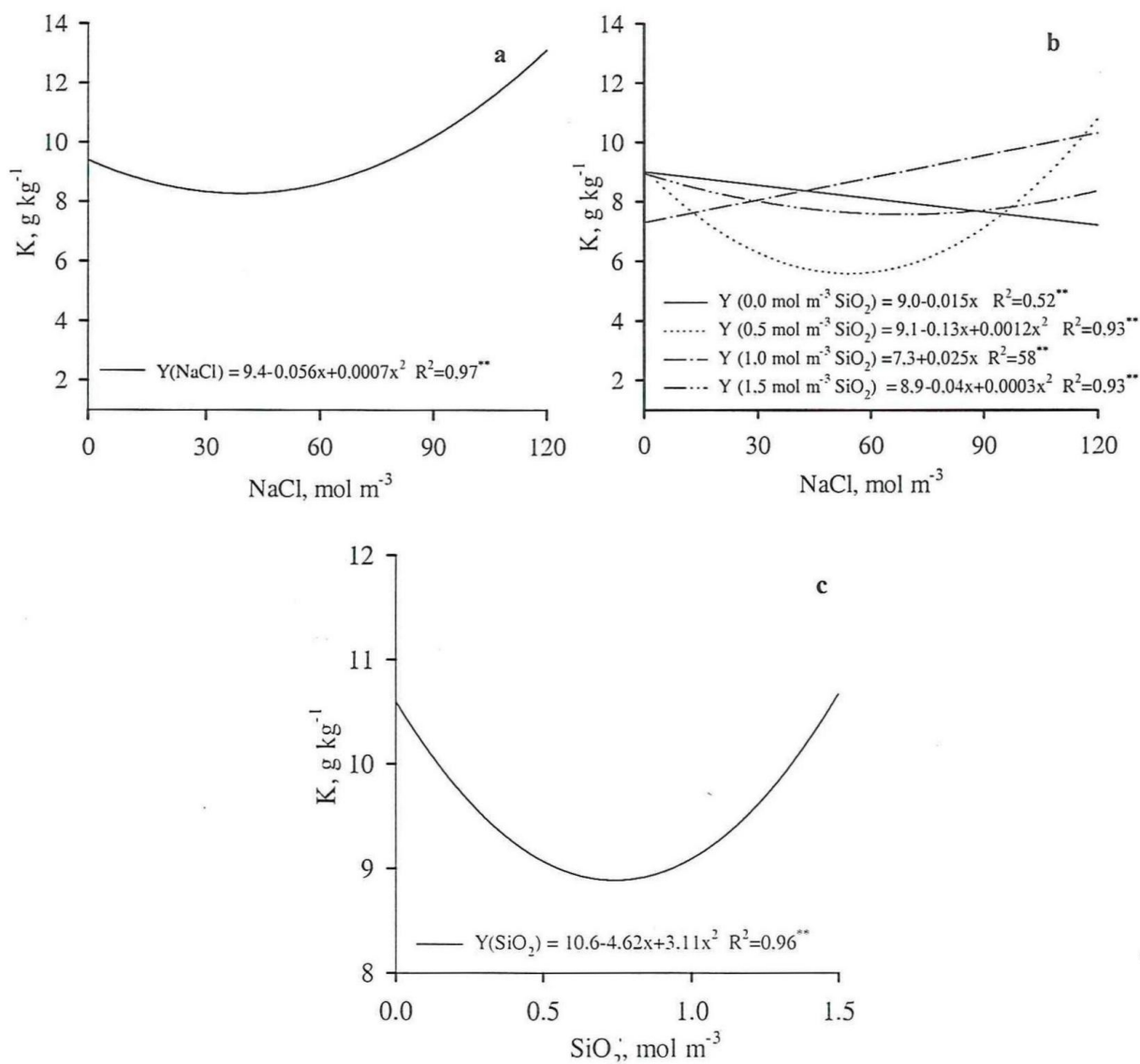


Figura 3 - Teores foliares de K em clones de cajueiro anão-precoce CCP-09 (a, c) e CCP-1001 (b), em resposta ao NaCl, ao SiO₂ e à sua interação.

Em ambos os clones estudados, os teores de Ca foram influenciados pela interação entre o NaCl e o SiO₂ (Figura 4). Para o clone CCP-09 (Figura 4a), na ausência do silício o teor de Ca decresceu inicialmente e voltou a aumentar a partir de 51,4 mol m⁻³ de NaCl. Com a aplicação de 0,5 mol m⁻³ de silício, o teor de Ca aumentou linearmente. Nos demais níveis de silício, os teores de Ca não se ajustaram à regressão, mas observou-se que tenderam a ser mais elevados nas doses intermediárias de NaCl, principalmente quando se utilizou 1,5 mol m⁻³ de silício. Para o clone CCP-1001 (Figura 4b), os teores de Ca decresceram linearmente com o NaCl, na ausência do silício, e, de forma

quadrática, com 0,5, 1,0 e 1,5 mol m⁻³ de silício. No segundo nível de silício, o teor máximo de Ca ocorreu em 13,8 mol m⁻³ de NaCl, e, nos dois últimos, os teores mínimos foram observados em 80,2 e em 80,5 mol m⁻³ de NaCl, respectivamente. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Lynch e Läuchli (1985), segundo os quais o NaCl inibe o movimento radial do Ca em direção ao xilema e, também, pode reduzir sua disponibilidade na solução, devido à precipitação e formação de pares iônicos. Além disso, a redução na absorção do Ca parece ser controlada por mecanismos fisiológicos, através da desconfiguração dos carregadores para o Ca provocada pelo Na.

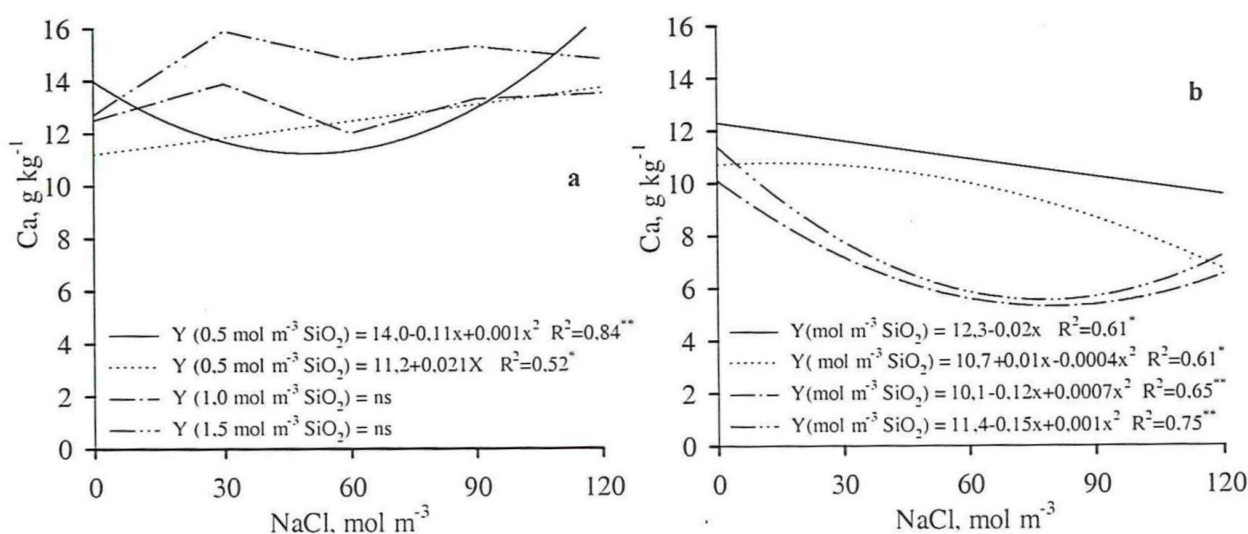


Figura 4 - Teores foliares de Ca em clones de cajueiro anão-precoce CCP-09 (a) e CCP-1001 (b), em resposta à interação entre o NaCl e o SiO₂.

No clone CCP-09, os teores de Mg não foram afetados pelos tratamentos, mas no clone CCP-1001 foram reduzidos linearmente pelo NaCl na ausência do silício, enquanto que a 0,5 e 1,0 mol m⁻³ de SiO₂, os teores foram mínimos e máximos a 54,6 e 58,9 mol m⁻³ de NaCl, respectivamente (Figura 5). A aplicação de 1,0 mol m⁻³ de silício parece ter amenizado o efeito do NaCl no clone CCP-1001, devido, possivelmente, à redução na permeabilidade da membrana ao Na, conforme afirmaram Liang et al. (1996).

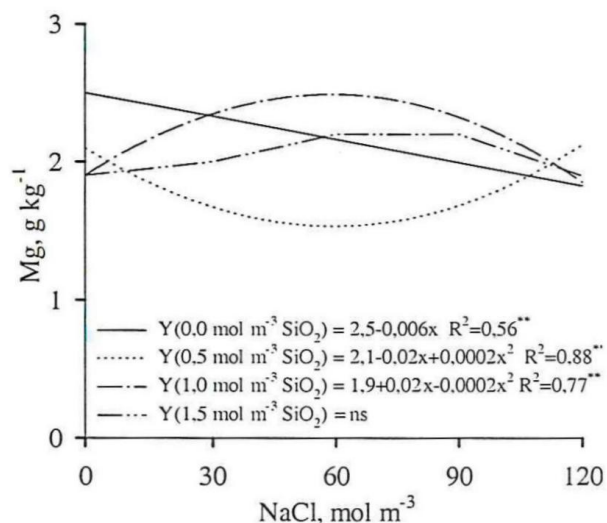


Figura 5 - Teores foliares de Mg em clones de cajueiro anão-precoce CCP-1001, em resposta à interação entre o NaCl e o SiO₂.

Os teores de sódio nas folhas de ambos os clones foram influenciados pelo NaCl e pelo SiO₂ de forma isolada. Em presença de NaCl, os teores de Na elevaram-se segundo um modelo quadrático (Figuras 6a e b), à semelhança do que foi constatado por Yahya (1998). Com a aplicação do silício na solução de cultivo, os teores de sódio nas folhas aumentaram, atingindo valor máximo em 1,01 mol m⁻³ de

SiO₂ no clone CCP-09, e em 0,6 mol m⁻³ de SiO₂ no clone CCP-1001 (Figuras 6c, d). Os menores teores do clone CCP-1001 em relação ao clone CCP-09 estão de acordo com Liang et al. (1996), que afirmaram ser o silício efetivo em reduzir a absorção de Na, apenas em plantas tolerantes, através da redução da permeabilidade da membrana ao sódio. Foi possível observar, também, a ocorrência de teores foliares de Na mais elevados no clone CCP-09, demonstrando sua incapacidade de excluí-lo, uma vez que esta é a principal estratégia de adaptação das plantas glicófitas à salinidade (GREENWAY; MUNNS, 1980; LÄUCHLI, 1984).

No clone CCP-09, os teores foliares de cloreto elevaram-se linearmente com as doses crescentes de NaCl na solução, mas não sofreram influência do silício (Figura 7a), enquanto que no clone CCP-1001, esses teores foram influenciados pela interação entre os níveis de NaCl e de SiO₂ (Figura 7b). Nos níveis de 0,0; 0,5 e 1,5 mol m⁻³ de SiO₂, os teores aumentaram linearmente com o NaCl. Ao se aplicar 1,0 mol m⁻³ de SiO₂, os dados ajustaram-se à regressão quadrática (Figura 7b). De modo geral, as plantas do clone CCP-1001 apresentaram teores de cloro nas folhas inferiores aos apresentados pelas plantas do clone CCP-09. A tolerância das plantas ao Cl parece ser controlada pelo mesmo mecanismo de tolerância ao Na. Segundo Abel e MacKenzie (1964), um único gene permite que a exclusão predomine em relação ao acúmulo desses íons.

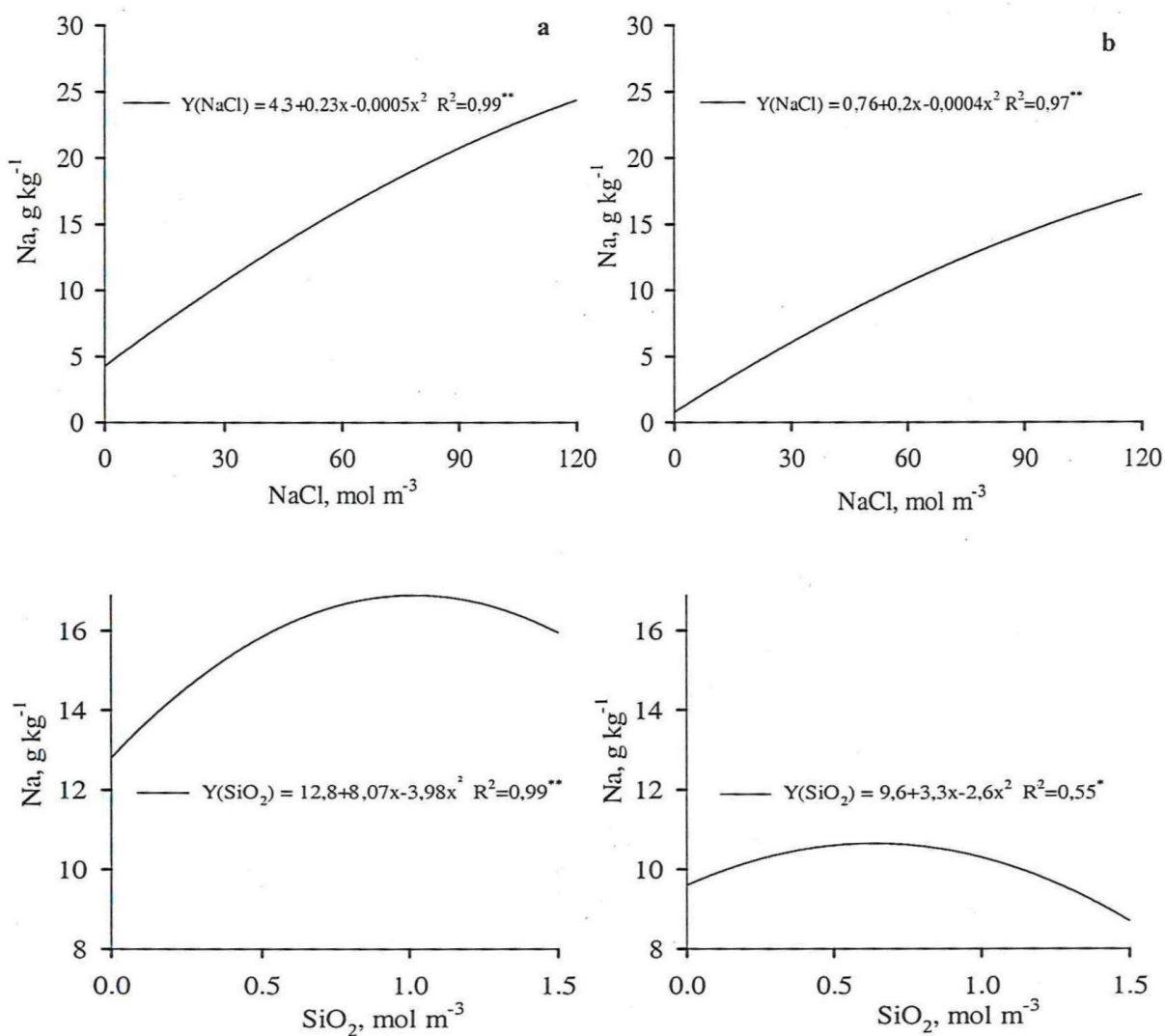


Figura 6 – Teores foliares de Na em clones de cajueiro anão-precoce CCP-09 (a, c) e CCP-1001 (b, d), em resposta ao NaCl e ao SiO₂.

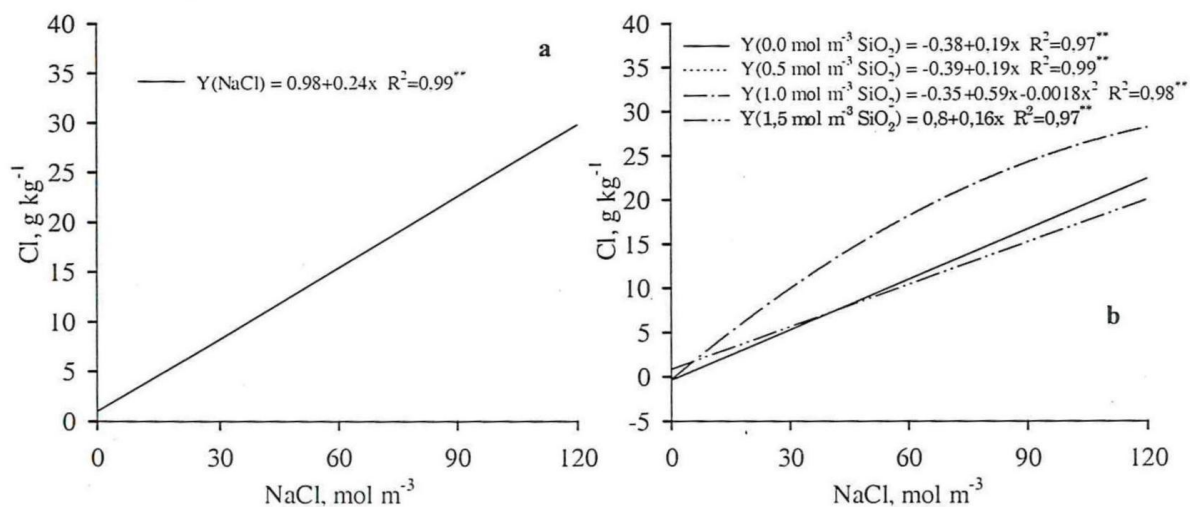


Figura 7 – Teores foliares de Cl em clones de cajueiro anão-precoce CCP-09 (a) e CCP-1001 (b), em resposta ao NaCl e à interação entre o NaCl e o SiO₂.

Os teores foliares de silício nas plantas sensíveis decresceram linearmente com o NaCl, na ausência, e com a aplicação de 1,0 mol m⁻³ de SiO₂ e ajustaram-se a um modelo quadrático aplicando-se 1,0 mol m⁻³ de SiO₂. Os dados obtidos mediante a aplicação de 1,5 mol m⁻³ de SiO₂ não se ajustaram à regressão, mas os teores tenderem a ser maiores (Figura 8a). Os teores encontrados no clone CCP-09, inferiores a 5 g kg⁻¹, são característicos de plantas dicotiledôneas não-acumuladoras de silício (MARSCHNER, 1995).

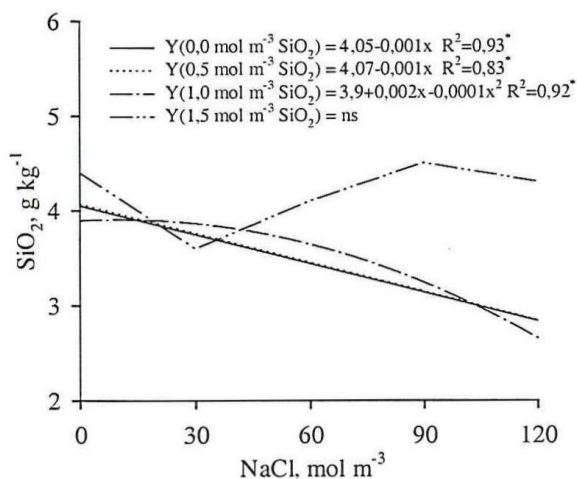


Figura 8 – Teores foliares de SiO₂ em clone de cajueiro anão-precoce CCP-09, em resposta à interação entre o NaCl e o SiO₂

4 CONCLUSÃO

A aplicação do silício aumentou os teores de N, P, K e Ca no clone CCP-09, e os de N e Mg, no clone CCP-1001, mas não alterou seus próprios teores nos clones estudados.

A aplicação do NaCl reduziu os teores foliares de N e de SiO₂ no clone CCP-09 e os de K, Ca e Mg no clone CCP-1001, e aumentou o teor de K no clone CCP-09 e de Na e Cl em ambos os clones.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEL, G.H.; MACKENZIE, A.J. Salt tolerance of soybean varieties (*Glycine max* L. Merrill) during germination and later growth. *Crop Science*, Madison, v.4, n.2, p. 157-161, Mar./Apr. 1964.

AHMAD, R. *Development of silicon technology for saline agriculture*. Karachi: Pakistan Atomic Energy Commission, 1987. (Reserch Report).

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*, New York, v.18, n.7, p. 1403-1416, 1995.

AL-KARAKI, G.N. Barley response to salt stress at varied levels of phosphorus. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v.20, n.11, p.1635-1643, 1997.

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./Fev. 1990.

BRADBURY, M.; AHMAD, R. The effect of silicon on the growth of *Prosopis juliflora* in saline soil. *Plant and Soil*, The Hague, v. 125, n.1, p.71-74, Jun. 1990.

BREMNER, J.M.; EDWARDS, A.P. Determination and isotope ratio analysis of different forms of nitrogen in soils. I. Apparatus and procedures for distillation and determination for ammonium. *Soil Science Society of American Proceedings*, Madison, v.29, n.5, p.504-507, Sept./Oct. 1965.

CUSIDO, R.M.; PALAZON, J.; ALTABELLA, T.; MORALES, C. Effect of salinity on soluble protein, free amino acids and nicotine contents in *Nicotiana rustica* L. *Plant and Soil*, The Hague, v.102, n.1, p.55-60, 1987.

DELGADO, M.J.; GARRIDO, J.M.; LIGERO, F.; LAUCH, C. Nitrogen fixation and carbon metabolism by nodules and bacteroides of pea plants under sodium chloride stress. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v.89, n.4, p.824-829, Dec. 1993.

- DURAND, M.; LACAN, D. Sodium partitioning on the shoot of soybean. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v.91, n.1, p.65-71, May, 1994.
- FURLANI, P.R.; GALLO, J.R. Determinação de silício em material vegetal pelo método colorimétrico do “azul-de-molibdênio”. *Bragantia*, v.37, p.5-9, 1978.
- GREENWAY, H.; MUNNS, R. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. *Annual Review of Plant Physiology*, Palo Alto, v.31, p.149-190, 1980.
- HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I. *The water culture method for growing plants without soil*. Berkley: California Agriculture Experimental Station, 1950. 32p. (Circular, 347).
- HU, Y.; OERTLI, J.J.; SCHMIDHALTER, U. Interactive effects of salinity and macronutrient level on wheat. I. Growth. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v.20, n.9, p. 1155-1167, 1997.
- LÄUCHLI, A. Salt exclusion: an adaptation of legumes for crops and pastures under saline conditions. In: STAPLES, R.C.; TOENIENESSEN, G.H. (Eds.). *Salinity tolerance in plants: strategies for crop improvement*. New York: J. Wiley, p.171-187, 1984.
- LIANG, Y.; SHEN, Q.; SHEN, Z.; MA, T. Effects of silicon on salinity tolerance of two barley cultivars. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v.19, n.1, p.173-183, 1996.
- LIAO, C.F.H. Devards alloy method for total nitrogen determination. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, v.45, n.5, p.852-855, Sept./Oct. 1981.
- LYNCH, J.; LÄUCHLI, A. Salt stress disturbs the calcium nutrition of barley (*Hordeum vulgare*). *New Phytologist*, Oxford, v.99, n.3, p.345-354, Mar. 1985.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.
- MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1995. 889p.
- NAVES, R.V. *Espécies frutíferas nativas dos cerrados de Goiás: caracterização e influências do clima e dos solos*. 1999. 205p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 1999.
- REGGIANI, R.; BOZO, S.; BERTANI, A. The effect of salinity on early seedling growth of seeds of three wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, v.75, n.1, p.175-177, Jan. 1995.
- SAUR, E.; LAMBROT, C.; LOUSTAU, D.; ROTIVAL, N.; TRICHET, P. Growth and uptake of mineral elements in response to sodium chloride of three provenances of maritime pine. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v.18, n.2, p.243-256, 1995.
- SENTENAC, H.; GRIGNON C. Effect of pH on orthophosphate uptake by corns roots. *Plant Physiology*, Maryland, v.77, n. 1, p.136-141, Jan. 1985.
- YAHYA, A. Salinity effects on growth and on uptake and distribution of sodium and some essential mineral nutrients in sesame. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v. 21, n. 7, p. 1439-1451, 1998.