

Efeitos do estresse salino na germinação, emergência e estabelecimento da plântula de cajueiro anão precoce¹

Effects of salt stress on germination, emergence and establishment of dwarf-cashew seedling

Elton Camelo Marques², Valdinéia Soares Freitas², Marlos Alves Bezerra³, José Tarquinio Prisco⁴ e Enéas Gomes-Filho^{4*}

Resumo - Objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da salinidade em três estádios de desenvolvimento (ED) da plântula de cajueiro anão-precoce, a saber, germinação, emergência e estabelecimento da plântula, tentando estabelecer uma relação entre o desenvolvimento e o acúmulo de íons nos tecidos da plântula. Para isso, castanhas do clone CCP-06 de cajueiro anão precoce foram semeadas em bandejas de plástico contendo vermiculita umedecida com água destilada (0,0 dS m⁻¹) ou soluções de NaCl com condutividades elétricas variando entre 3,0 e 18,0 dS m⁻¹ e mantidas em casa de vegetação. Determinaram-se a percentagem de plântulas que alcançaram os ED estudados e o tempo e a velocidade com que isso ocorreu, assim como a matéria seca dos cotilédones e eixo embrionário e os teores de Na⁺, K⁺ e Cl⁻ do eixo embrionário. A salinidade retardou o desenvolvimento das plântulas nos ED correspondentes à emergência e estabelecimento, entretanto apenas neste último ED é que a percentagem final de plântulas foi reduzida, acompanhada pela inibição da depleção das reservas cotiledonares e decréscimo da massa seca do eixo embrionário. Em todos os ED, os teores de Na⁺ e Cl⁻ aumentaram com a salinidade, mas isso foi mais pronunciado nas plântulas estabelecidas, nas quais houve redução dos teores de K⁺. Os resultados obtidos sugerem que as plântulas de cajueiro anão precoce são mais sensíveis à salinidade durante a etapa de estabelecimento e que os efeitos deletérios desse estresse são mediados, pelo menos em parte, pelo acúmulo excessivo de íons Na⁺ e Cl⁻ na plântula.

Palavras-chave - *Anacardium occidentale*. Crescimento da plântula. Salinidade. Teores de íons.

Abstract - We investigated the effects of salinity on (germination, emergence and establishment of dwarf-cashew seedling) trying to establish a link between development and ion accumulation in the seedling tissues. In a greenhouse, cashew nuts were sown in trays containing vermiculite moistened with distilled water (0.0 dS m⁻¹) or with NaCl solutions with electrical conductivities ranging between 3.0 to 18.0 dS m⁻¹. We determined the percentage of seedlings that reached the development stages studied and the time and speed at which this occurred, as well as cotyledon and embryonic axis dry mass and the Na⁺, K⁺ and Cl⁻ contents of embryonic axis. Salinity delayed emergence and establishment seedling, however, only the final percentage of established seedlings was reduced, accompanied by inhibition of depletion of reserves and a decrease in embryonic axis dry mass. Na⁺ and Cl⁻ contents increased with salinity, but this was more pronounced in established seedlings, in which there was a reduction in content of K⁺. Results suggest that dwarf cashew seedlings are more sensitive to salinity during the establishment stage and that deleterious effects of salt stress are mediated, at least in part, by excessive accumulation of Na⁺ and Cl⁻ in the seedling tissues.

Key words - *Anacardium occidentale*. Seedling growth. Salinity. Ion contents.

*Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 16/08/2010; aprovado em 27/05/2011

Parte da Monografia do primeiro autor, apresentada ao Curso de Ciências Biológicas/UFC

²Programa de Pós-graduação em Bioquímica/UFC, Campus do Pici, s/n, Bloco 907, Fortaleza-CE, Brasil, 60.440-554, eltoncamarques@gmail.com, valdineiasoares@yahoo.com.br

³Embrapa Agroindústria Tropical e Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade (INCTSal/CNPq), Rua Dra. Sara Mesquita, 2270, 60.511-110, Fortaleza-CE, Brasil, marlos@cnpat.embrapa.br

⁴Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular/UFC e INCTSal/CNPq, Caixa Postal 6039, 60.440-970, Fortaleza-CE, Brasil, jtprisco@uol.com.br, egomesf@ufc.br

Introdução

A salinidade é um dos estresses abióticos que mais limitam a produção agrícola, em razão de seus efeitos no crescimento e desenvolvimento vegetal, os quais podem ser de natureza iônica, osmótica ou ambas (HASEGAWA et al., 2000). Os efeitos iônicos resultam da elevada absorção de íons, especialmente Na^+ e Cl^- , que alteram a homeostase da célula quando em altas concentrações, enquanto os efeitos osmóticos, decorrentes da redução do potencial hídrico do meio de crescimento, acarretam a diminuição da disponibilidade de água para a semente, plântula ou planta (HASEGAWA et al., 2000; ZHU, 2003).

Em muitas espécies, a germinação e o estabelecimento da plântula são inibidos pelo estresse salino. Isso acontece não apenas porque o gradiente de potencial hídrico entre a semente e o solo é reduzido, mas também porque o metabolismo é alterado de forma significativa, levando à inibição da mobilização das reservas e a distúrbios no sistema de membranas do eixo embrionário (PRISCO, 1987).

A intensidade com que o estresse salino afeta a germinação depende primordialmente de um conjunto de fatores relacionados à semente (vigor, forma e morfologia da testa), ao tipo de sal (concentração salina e tempo de exposição), bem como às condições ambientais às quais a semente está sujeita (temperatura, luminosidade, oxigênio e umidade relativa do ar) (WAHID et al., 1999). Além disso, nas glicófitas, a etapa de estabelecimento da plântula é mais afetada pela salinidade do que a de germinação (PRISCO, 1987). Estudos com diferentes espécies, tais como pimenta (CHARTZOULAKIS; KLAPAKI, 2000), soja (HOSSEINI et al., 2002) e *Cicer arietinum* (ESECHIE et al., 2002), têm corroborado tal afirmativa.

A cajucultura tem grande importância socioeconômica para a região Nordeste do Brasil (OLIVEIRA, 2002). Em 2008, sua área plantada foi superior a 740 mil hectares, sendo o estado do Ceará seu maior produtor, com 39% do total (IBGE, 2008). Nos últimos anos, foram desenvolvidos diversos estudos sobre os efeitos do estresse salino no desenvolvimento do cajueiro anão precoce e, em geral, observa-se que o crescimento da planta jovem é severamente afetado pela salinidade à medida que a concentração de sais no ambiente radicular aumenta (ALVAREZ-PIZARRO et al., 2009; BEZERRA et al., 2005; FERREIRA-SILVA et al., 2008). Tais efeitos também foram observados quando o cajueiro ainda se encontrava na fase de plântula (ABREU et al., 2008). Na planta adulta, porém, não foram observados quaisquer efeitos decorrentes da exposição aos sais (AMORIM et al., 2010).

O conhecimento de como o estresse salino afeta a germinação e o estabelecimento da plântula de cajueiro

anão precoce ainda é limitado. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da salinidade durante essa etapa do desenvolvimento, tentando estabelecer uma relação entre o estabelecimento da plântula e o acúmulo de íons nos seus tecidos.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação e as análises fisiológicas e bioquímicas foram realizadas no Laboratório de Fisiologia Vegetal do Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular da Universidade Federal do Ceará. Neste estudo, foram selecionados três estádios de desenvolvimento (ED) da plântula de cajueiro anão precoce, com base na caracterização proposta por Cavalcanti Junior (1994): o ED correspondente à germinação (castanhas com radículas possuindo comprimento mínimo de 2,0 cm); o ED correspondente à plântula emergida (plântulas no início da emergência do solo, com epicótilo ainda preso entre os cotilédones) e o ED correspondente à plântula estabelecida (plântulas com folhas primárias completamente expandidas e dispostas alternadamente).

Castanhas do clone CCP-06 de cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L.), obtidas da Embrapa Agroindústria Tropical, foram imersas em uma solução de tiofanato-metílico [Metiltiofan® (Uberaba, Minas Gerais, Brasil)] a 0,09%, por 10 min e, em seguida, exaustivamente lavadas com água destilada. A semeadura foi realizada em bandejas de plástico (25 cm x 25 cm x 11 cm) contendo vermiculita umedecida, na proporção de 2:1 (v/v), com água destilada (0,0 dS m^{-1}) ou com soluções de NaCl de condutividade elétrica de 3,0; 6,0; 9,0; 12,0; 15,0 e 18,0 dS m^{-1} , em covas de 2,0 cm de diâmetro por 4,5 cm de profundidade, espaçadas de 2,5 cm nas entrelinhas e dentro da linha e com o ponto de inserção castanha/pedúnculo voltado para cima. No dia inicial do experimento, cada bandeja contendo as castanhas teve sua massa anotada para que a água perdida por evapotranspiração fosse repostada diariamente. Os valores médios de temperatura diurna e noturna e da umidade relativa do ar durante o período experimental foram, respectivamente, $31,1 \pm 1,5$ °C, $27,4 \pm 1,1$ °C e $65,5 \pm 1,98\%$.

O experimento foi instalado em três partes concomitantes, visando determinar os efeitos da salinidade em cada um dos ED selecionados. Na primeira delas, na qual se estudou tais efeitos sobre a germinação, as castanhas foram semeadas a cada dois dias e coletadas aos 12 dias após a semeadura inicial. Nessa ocasião, as castanhas com radícula emergida foram computadas, sendo esse valor representado através de uma curva de percentagem acumulada. Além disso, foram determinados o tempo médio de germinação, expresso em número

de dias, e a velocidade média de germinação, expressa em número de castanhas por dia, para cada tratamento (LABOURIAU, 1983). Nas segunda e terceira partes, estudaram-se os efeitos da salinidade sobre a emergência e o estabelecimento da plântula, respectivamente. Nesse caso, procedeu-se a uma única sementeira e, diariamente, anotou-se o número de plântulas que alcançavam os ED em estudo, que foi representado por meio de curvas de porcentagem acumulada. Para cada tratamento, foram determinados os tempos médios de emergência e estabelecimento da plântula, expressos em número de dias, bem como as velocidades médias de emergência e estabelecimento da plântula, expressas em número de plântulas por dia, conforme Labouriau (1983).

No decorrer do período experimental, foram coletadas aleatoriamente cinco plântulas de cada bandeja à medida que estas alcançavam os respectivos ED, sendo separadas em cotilédones e eixo embrionário. O material coletado foi imediatamente armazenado a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, congelado, liofilizado e, em seguida, determinou-se a massa seca dos cotilédones e eixo embrionário. Por fim, com o auxílio de almofariz e pistilo, o eixo embrionário foi macerado até a obtenção de um pó, que foi mantido a $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ até posterior utilização.

Os teores dos íons Na^+ , K^+ e Cl^- no eixo embrionário das plântulas, em cada ED, foram determinados em extratos obtidos após a adição de 10 mL de água desionizada a 100 mg do pó liofilizado, em tubos de ensaio, os quais foram mantidos em banho-maria a $45\text{ }^{\circ}\text{C}$, por 1 h, com agitações a cada 15 min. Decorrido esse tempo, os tubos foram centrifugados por 15 min a $3.000 \times g$, à temperatura ambiente. O sobrenadante foi filtrado em papel de filtro e armazenado a $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ até sua utilização, sendo o precipitado descartado. Os teores de Na^+ e K^+ foram determinados por fotometria de chama, enquanto os teores de Cl^- foram determinados segundo Gaines et al. (1984).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 3×7 , tendo como tratamentos a combinação de três estádios de desenvolvimento e sete níveis de salinidade, formados por cinco repetições cada, com 20 castanhas. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste F de Snedecor) e de regressão polinomial, cuja escolha do modelo baseou-se na significância dos coeficientes de regressão (teste t de Student) associada ao maior valor do coeficiente de determinação (R^2).

Resultados e discussão

O estresse salino afetou o desenvolvimento da plântula de cajueiro anão precoce (FIG. 1). A germinação iniciou-se a partir do 6º dia após a sementeira (DAS) e, no final do período de contagem (12 DAS), as castanhas já haviam atingido a porcentagem máxima de germinação

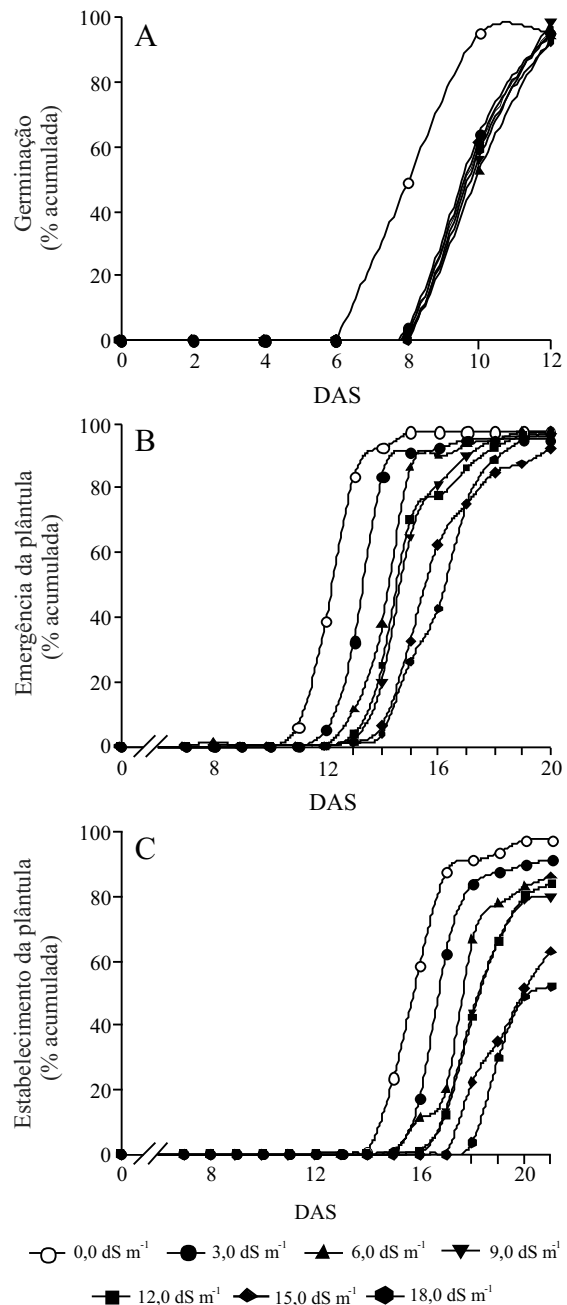


Figura 1 - Germinação (A), emergência (B) e estabelecimento (C) de plântulas de cajueiro anão precoce sob estresse salino

em todos os níveis de salinidade empregados (FIG. 1A). A emergência e o estabelecimento da plântula de cajueiro anão precoce foram retardados com o aumento da salinidade no meio de crescimento (FIG. 1B e 1C). No entanto, ao final do período de contagem, apenas a porcentagem de plântulas estabelecidas foi reduzida pela salinidade, não alcançando valores comparáveis aos da condição controle ($0,0\text{ dS m}^{-1}$) (FIG. 1C).

Como visto na Tabela 1, o efeito dos sais no tempo e na velocidade de desenvolvimento das plântulas dependeu do ED em que elas se encontravam, visto que houve interação significativa entre ED e salinidade nesses parâmetros. Embora a germinação, nos tratamentos a partir de 3,0 dS m⁻¹, tenha se iniciado depois da que foi observada a 0,0 dS m⁻¹ (FIG. 1A), não foi possível ajustar um modelo de regressão para os valores de tempo e velocidade de germinação, cujas médias foram, respectivamente, 10,5 dias e 0,096 castanha dia⁻¹ (FIG. 2A). Por outro lado, o tempo médio para que as plântulas alcançassem os demais estádios de desenvolvimento aumentou linearmente sob estresse salino, acompanhado pelo decréscimo linear na velocidade de emergência e de estabelecimento da plântula (FIG. 2).

Apesar da germinação (emersão da radícula) ser afetada pelo estresse salino em algumas espécies, tais como pepino (TORRES et al., 2000) e sorgo forrageiro (OLIVEIRA; GOMES-FILHO, 2009), isso não foi observado neste experimento, mostrando que o cajueiro anão precoce, nessa etapa do estabelecimento da plântula, é consideravelmente tolerante à salinidade. Entretanto, mesmo que a germinação não seja afetada pelo estresse salino, pode haver retardamento no processo germinativo (CHARTZOULAKIS; KLAPAKI, 2000; NOBRE et al., 2003). Isso acontece devido à redução da absorção de água pela semente, um passo determinante para o início da germinação, ocasionada pela diminuição do gradiente de potencial hídrico entre ela e o meio (BEWLEY; BLACK, 1994).

Ainda que tenha havido alterações no tempo e velocidade de emergência em razão da salinidade, a porcentagem de plântulas dos tratamentos salinos nesse ED, ao final de 20 dias, alcançou valores semelhantes àqueles do tratamento controle (FIG. 1B). A alta porcentagem de plântulas emergidas em condições salinas pareceu relacionar-se com a tolerância à salinidade na fase da germinação, uma vez que os estádios de desenvolvimento tardios são mais sensíveis ao estresse salino do que os iniciais (MAAS; HOFFMAN, 1977; PRISCO, 1987). Isso não é via de regra entre as plantas, visto que espécies cuja germinação não é afetada pela salinidade podem ter sua porcentagem de plântulas emergidas consideravelmente

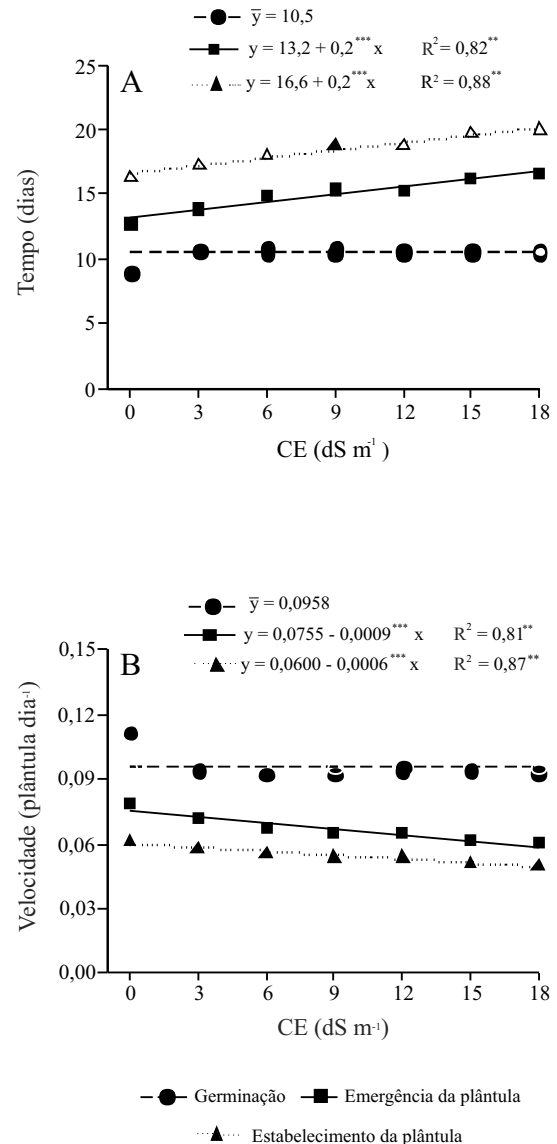


Figura 2 - Tempo (A) e velocidade (B) de germinação, emergência e estabelecimento da plântula de cajueiro anão precoce sob estresse salino. Nível de significância: **P ≤ 0,01; ***P ≤ 0,001

Tabela 1 - Valores do teste *F* de Snedecor para o tempo e a velocidade de desenvolvimento e para a massa seca dos cotilédones (MSC) e do eixo embrionário (MSE) de plântulas de cajueiro anão precoce sob estresse salino

Fontes de variação	Tempo	Velocidade	MSC	MSE
Estádios de desenvolvimento (ED)	2.538,21***	3.259,20***	716,31***	2981,92***
Salinidade (S)	75,35***	91,15***	2,50*	2,69*
ED x S	7,09***	8,45***	8,39***	2,91**

*P ≤ 0,05; **P ≤ 0,01; ***P ≤ 0,001

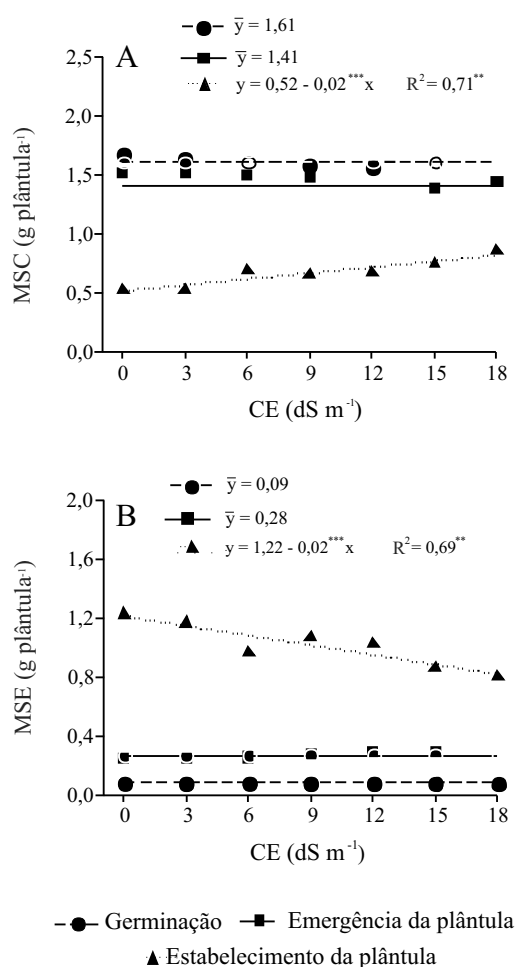


Figura 3 - Massa seca dos cotilédones (MSC, A) e do eixo embrionário (MSE, B) de plântulas de cajueiro anão precoce sob estresse salino. Nível de significância: *** $P \leq 0,01$; ** $P \leq 0,01$

afetada (ESECHIE et al., 2002; MURILLO-AMADOR et al., 2002). No ED referente à plântula estabelecida, não se pôde observar esse mesmo resultado, pois os efeitos da salinidade foram mais severos. Aos 21 DAS, as plântulas que ainda não tinham atingido esse ED estavam com sua morfologia comprometida (resultados não apresentados), levando a crer que não se estabeleceriam.

O crescimento inicial das plântulas foi influenciado pela interação entre ED e salinidade, bem como por esses fatores isolados (TAB. 1). A massa seca dos cotilédones (MSC) decresceu à medida que a plântula se desenvolveu e os menores valores desse parâmetro foram encontrados nas plântulas estabelecidas. Foi também nesse ED que a massa seca do eixo embrionário (MSE) foi mais elevada (FIG. 3). O aumento da salinidade no meio de crescimento não afetou significativamente a MSC e a MSE das plântulas nos ED correspondentes à germinação e à emergência, sendo tais efeitos observados apenas nas plântulas estabelecidas (FIG. 3). Nesse último ED, a salinidade inibiu a depleção das reservas cotiledonares, levando ao acúmulo de massa seca nesses órgãos (FIG. 3A). Além disso, houve a redução na MSE como resultado da inibição do crescimento da plântula ocasionada pelo estresse salino (FIG. 3B).

A diminuição na MSC, concomitantemente ao aumento na MSE, é um comportamento típico de espécies que possuem cotilédones carnosos, com grandes quantidades de reservas, cuja função principal é suprir o crescimento do eixo embrionário. Eles não adquirem capacidade fotossintética e senescem quando a plântula torna-se estabelecida (BEWLEY; BLACK, 1994; FENNER; THOMPSON, 2005). Efeitos inibitórios da salinidade sobre a depleção das reservas contidas na semente e o crescimento do eixo embrionário foram observados em outro clone de cajueiro anão-precoce (VOIGT et al., 2009), assim como em outras espécies, como feijão-de-corda (GOMES-FILHO et al., 1983), girassol (ASHRAF et al., 2003) e trigo (SOLTANI et al., 2006). De modo geral, esses autores concluíram que a redução no crescimento da plântula, imposta pelo estresse salino, resultou principalmente da inibição na mobilização das reservas.

Os teores de íons Na^+ , K^+ e Cl^- no eixo embrionário das plântulas variaram significativamente com o ED e a salinidade. As alterações observadas nesses parâmetros, em cada ED, dependeram do nível de salinidade presente no meio (TAB. 2) e, em geral, os valores mais elevados foram encontrados nas plântulas estabelecidas (FIG. 4). Os teores de Na^+ aumentaram linearmente em função da salinidade, em todos os ED estudados (FIG. 4A).

Tabela 2 - Valores do teste F de Snedecor para os teores de Na^+ , K^+ e Cl^- do eixo embrionário de plântulas de cajueiro anão precoce sob estresse salino

Fontes de variação	Na^+	K^+	Cl^-
Estádios de desenvolvimento (ED)	1.366,44***	2.399,50***	1.370,82***
Salinidade (S)	46,11***	3,92**	133,51***
ED x S	2,79***	4,50**	4,08***

** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$

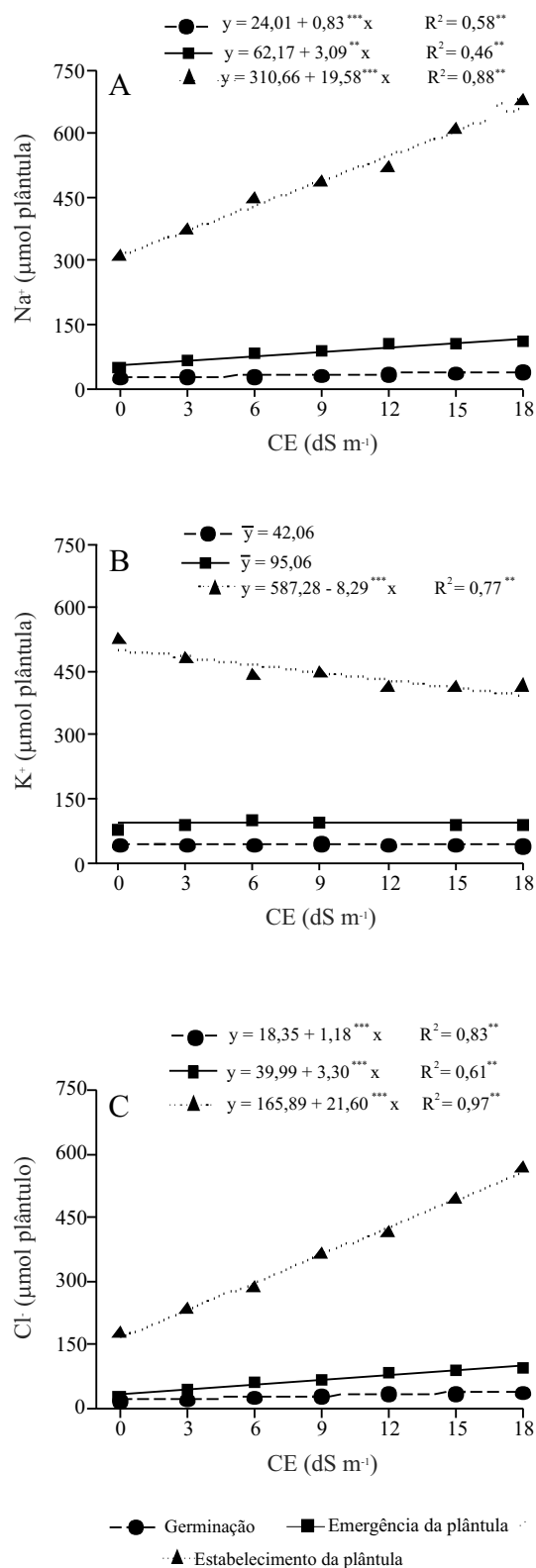


Figura 4 - Teores de Na^+ (A), K^+ (B) e Cl^- (C) do eixo embrionário de plântulas de cajueiro anão precoce sob estresse salino. Nível de significância: $^{**}P \leq 0,01$; $^{***}P \leq 0,001$

Quanto ao K^+ , o aumento da salinidade não alterou significativamente os teores desse íon nas plântulas nos ED correspondentes à germinação e emergência. Isso ocorreu apenas nas plântulas estabelecidas, nas quais os teores de K^+ foram reduzidos com o aumento da salinidade (FIG. 4B). Por fim, os teores de Cl^- também aumentaram linearmente em razão da salinidade e, assim como para os teores de Na^+ , esse aumento foi mais pronunciado nas plântulas estabelecidas (FIG. 4C).

Ashraf et al. (2003) também observaram o acúmulo gradual dos íons Na^+ e Cl^- , e a consequente redução do íon K^+ , nos cotilédones e no hipocótilo de plântulas de girassol submetidas a concentrações crescentes de NaCl (0, 50, 100 e 150 mM), que se relacionaram à inibição da mobilização de reservas cotiledonares nessa espécie. Hosseini et al. (2002), por sua vez, estabeleceram que a redução no crescimento da plântula de soja, ocasionada pela salinidade, foi devido, principalmente, ao acúmulo excessivo do íon Na^+ . A redução do crescimento da plântula de cajueiro anão precoce ocasionada pela salinidade decorreu, pelo menos em parte, do forte acúmulo de íons tóxicos no eixo embrionário. Entretanto, não se pôde precisar qual deles (Na^+ ou Cl^-) foi o principal responsável por esses efeitos inibitórios nessa espécie. Além disso, é provável que os cotilédones das plântulas sob estresse salino também tenham acumulado quantidades elevadas de íons Na^+ e Cl^- , contribuindo para a redução do crescimento do eixo embrionário através da inibição dos processos bioquímicos ocorrentes durante a mobilização de reservas nesse órgão.

Conclusões

1. A etapa final do estabelecimento da plântula de cajueiro anão precoce é a mais afetada pelo estresse salino, que, por sua vez, leva ao retardamento do desenvolvimento da plântula à medida que se intensifica;
2. O componente iônico do estresse salino parece ser o responsável pela inibição da depleção das reservas cotiledonares e do crescimento do eixo embrionário, tendo em vista que houve um acúmulo excessivo de íons Na^+ e Cl^- na plântula.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade (INCTSal) e à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pela concessão de bolsas e de recursos financeiros indispensáveis à realização deste trabalho de pesquisa.

Referências

- ABREU, C. E. B. *et al.* Physiological and biochemical changes occurring in dwarf-cashew seedlings subjected to salt stress. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 20, n. 02, p. 105-118, 2008.
- ALVAREZ-PIZARRO, J. C. *et al.* Salt-induced changes on H⁺-ATPase activity, sterol and phospholipid content and lipid peroxidation of root plasma membrane from dwarf-cashew (*Anacardium occidentale* L.) seedlings. **Plant Growth Regulation**, v. 59, n. 02, p. 125-135, 2009.
- AMORIM, A. V. *et al.* Respostas fisiológicas de plantas adultas de cajueiro anão precoce à salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 01, p. 113-121, 2010.
- ASHRAF, M.; ZAFAR, R.; ASHRAF, M. Y. Time-course changes in the inorganic and organic components of germinating sunflower achenes under salt (NaCl) stress. **Flora**, v. 198, n. 01, p. 26-36, 2003.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2. ed. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.
- BEZERRA, M. A. *et al.* Crescimento e fotossíntese de plantas jovens de cajueiro anão precoce sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 09, p. 90-94, 2005. Suplemento.
- CAVALCANTI JUNIOR, A. T. **Morfo-fisiologia da germinação e estabelecimento da plântula do cajueiro anão-precoce**. 1994. 84 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.
- CHARTZOULAKIS, K. S.; KLAPAKI, G. Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. **Scientia Horticulture**, v. 86, n. 03, p. 247-260, 2000.
- ESECHIE, H. A.; AL-SAIDI, A.; AL-KHANJARI, S. Effect of sodium chloride salinity on seedling emergence in chickpea. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 188, n. 03, p. 155-160, 2002.
- FENNER, M.; THOMPSON, K. **The Ecology of Seeds**. New York: Cambridge University Press, 2005. 250 p.
- FERREIRA-SILVA, S. L. *et al.* Changes in physiological indicators associated with salt tolerance in two contrasting cashew rootstocks. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 20, n. 01, p. 51-59, 2008.
- GAINES, T. P.; PARKER, M. B.; GASCHO, G. J. Automated determination of chlorides in soil and plant tissue by sodium nitrate extraction. **Agronomy Journal**, v. 76, n. 03, p. 371-374, 1984.
- GOMES-FILHO, E. *et al.* Effects of salinity in vivo and in vitro on ribonuclease activity of *Vigna unguiculata* cotyledons during germination. **Physiologia Plantarum**, v. 59, n. 02, p. 183-188, 1983.
- 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.
- HOSSEINI, M. K.; POWELL, A. A.; BINGHAM, I. J. Comparison of the seed germination and early seedling growth of soybean in saline conditions. **Seed Science Research**, v. 12, n. 03, p. 165-172, 2002.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil**. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, v. 20, n. 12, 2008. 80 p.
- LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983. 174 p.
- MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance-current assessment. **Journal of the Irrigation and Drainage Division**, v. 103, n. 02, p. 115-134, 1977.
- MURILLO-AMADOR, B. *et al.* Comparative effects on NaCl and polyethylene glycol on germination, emergence and seedlings growth of cowpea. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 188, n. 04, p. 235-247, 2002.
- NOBRE, R. G. *et al.* Germinação e formação de mudas enxertadas de gravioleira sob estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 12, p. 1365-1371, 2003.
- OLIVEIRA, A. B.; GOMES-FILHO, E. Germinação e vigor de sementes de sorgo forrageiro sob estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 03, p. 48-56, 2009.
- OLIVEIRA, V. H. (Ed.). **Cultivo do cajueiro anão precoce**. Fortaleza: EMBRAPA/CNPAT, 2002. 40p. (EMBRAPA, Sistemas de Produção, n. 1).
- PRISCO, J. T. **Contribuição ao estudo da fisiologia do estresse salino durante a germinação e estabelecimento da plântula de uma glicófita [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]**. 1987. 65 f. Tese (Professor Titular) — Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- SOLTANI, A.; GHOLIPOOR, M.; ZEINALI, E. Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. **Environmental and Experimental Botany**, v. 55, n. 01/02, p. 195-200, 2006.
- TORRES, S. B.; VIEIRA, E. L.; MARCOS-FILHO, J. Efeitos da salinidade na germinação e no desenvolvimento de plântulas de pepino. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 02, p. 39-44, 2000.
- VOIGT, E. L. *et al.* Source-sink regulation of cotyledonary reserve mobilization during cashew (*Anacardium occidentale*) seedling establishment under NaCl salinity. **Journal of Plant Physiology**, v. 166, n. 01, p. 80-89, 2009.
- WAHID, A.; RASUL, E.; RAO, A. R. Germination of seeds and propagules under salt stress. In: PESSARAKLI, M. (Ed.). **Handbook of Plant and Crop Stress**. 2. ed. New York: Marcel Dekker, Inc., 1999. p. 153-167.
- ZHU, J. K. Regulation of ion homeostasis under salt stress. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 06, n. 05, p. 441-445, 2003.