

AJUSTAMENTO OSMÓTICO EM PLÂNTULAS DE CAJUEIRO ANÃO- PRECOCE (*Anacardium occidentale* L.) SUBMETIDAS À SALINIDADE

Nara Lúcia Mendes Alencar¹; Juan Carlos Alvarez Pizarro²; José Tarquinio Prisco³; Marlos Alves Bezerra⁴ & Enéas Gomes Filho⁵

RESUMO --- Algumas plantas são capazes de tolerar os estresses hídrico e salino se ajustando osmoticamente através da compartimentalização de íons nos vacúolos e/ou sintetizando e acumulando osmólitos compatíveis no citosol. Objetivou-se avaliar os mecanismos de ajustamento osmótico de plântulas de cajueiro anão-precoce, clones CCP 06 e BRS 189, submetidas à salinidade. As castanhas foram semeadas em potes plásticos, contendo vermiculita umedecida com água destilada (controle) ou soluções de NaCl de condutividade elétrica de 8 e 16 dS.m⁻¹ (tratamentos salinos), sendo mantidas em casa de vegetação. Aos 28 dias da semeadura, as plântulas foram coletadas para determinações dos potenciais osmóticos (Ψ_s), concentrações de solutos orgânicos e inorgânicos e teores foliares e radiculares de água. Os Ψ_s das folhas e raízes foram reduzidos significativamente pela salinidade. Estas reduções foram devidas, principalmente, ao acúmulo de Na⁺ e Cl⁻. Em ambos os tecidos, o acúmulo de Cl⁻ foi proporcional ao incremento de NaCl no meio externo. Com relação ao Na⁺, isto foi observado apenas nas raízes. A salinidade não induziu mudanças nas concentrações de K⁺ e carboidratos solúveis. Os resultados obtidos sugerem que as plântulas de cajueiro desenvolvem um eficiente mecanismo de ajustamento osmótico devido à acumulação de íons, N-aminossolúveis e prolina.

ABSTRACT --- Some plants are able to tolerate drought and saline stresses, carrying out osmotic adjustment through of ion compartmentation in vacuoles and/or synthesis and accumulation of compatibles osmolytes in cytoplasm. The aim of this work was to evaluate mechanisms of adjustment osmotic of early-dwarf cashew seedlings, clones CCP 06 and BRS 189, submitted to salinity. The seeds were sown in plastics pots containing vermiculite moistened with either distilled water (control treatment) or NaCl solutions of 8 and 16 dS.m⁻¹ (saline treatments), and kept in a greenhouse during the experiment. On the 28th day after sowing, the seedlings were harvested for the determinations of the osmotic potential (Ψ_s), accumulation of organic and inorganic solutes and water content of leaves and roots. The Ψ_s of leaves and roots were significantly reduced by the salinity. These reductions were, mainly, due to Na⁺ and Cl⁻ accumulation. In both organs, the Cl⁻ accumulation was proportional to the external increase of NaCl. However, with relation to Na⁺, this was only observed in roots. Salinity no induced changes in soluble carbohydrates and K⁺ concentration. The results suggest that cashew seedlings develop an efficient mechanism of adjustment osmotic, through accumulation of ion, soluble amino nitrogen and proline.

Palavras-chave: Ajustamento osmótico, cajueiro anão-precoce, salinidade.

¹ Mestranda, Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Agrárias/UFC, Fortaleza. E-mail nlidi@yahoo.com.br

² Doutorando, Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular, Centro de Ciências/UFC, Fortaleza. E-mail biojcalvarez@latinmail.com

³ Professor, Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular, Centro de Ciências/UFC, Fortaleza. E-mail jtpresco@superig.com.br

⁴ Pesquisador, Embrapa Agroindústria Tropical, Setor de Fisiologia Vegetal, Fortaleza, CE, Brasil. E-mail marlos@cnpat.embrapa.br

⁵ Professor, Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular, Centro de Ciências/UFC, Fortaleza. E-mail egomesf@ufc.br

INTRODUÇÃO

O cultivo do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma importante atividade sócio-econômica do Nordeste Brasileiro, e a produtividade desta espécie pode ser reduzida quando cultivada em áreas sujeitas à salinização. As plantas submetidas à salinidade regulam a sua homeostase hídrica através do ajustamento osmótico (Taiz e Zeiger, 2002), o qual ocorre pela absorção de íons e sua acumulação no vacúolo (Zhu, 2001). No entanto, esse mecanismo causa um desequilíbrio osmótico entre o citosol e o vacúolo, que pode ser restabelecido pela síntese e acumulação de solutos orgânicos compatíveis no citosol (Mansour *et al.*, 2004). Sendo os estádios de desenvolvimento iniciais importantes para o estabelecimento da cultura, o presente trabalho objetivou estudar o mecanismo de ajustamento osmótico em plântulas de cajueiro anão-precoce submetidas à salinidade.

MATERIAL E MÉTODOS

As castanhas dos clones CCP 06 e BRS 189 foram semeadas em potes plásticos contendo vermiculita umedecida com água destilada (controle) ou soluções de NaCl a 8 e 16 dS.m⁻¹ de condutividade elétrica, sendo mantidos em casa de vegetação. Aos 28 dias da semeadura, as plântulas foram coletadas, sendo extraídos os sucos foliares e radiculares para determinações dos potenciais osmóticos (Ψ_s), concentrações de solutos inorgânicos (Na^+ , K^+ , Cl^- , NO_3^- e PO_4^{3-}) e orgânicos (prolina, carboidratos solúveis e N-aminossolúveis). Os Ψ_s foram estimados utilizando-se um microosmômetro. Os teores de água (TA) foram obtidos através da fórmula $\text{TA} = (\text{MF} - \text{MS}) / \text{MS}$ sendo MF a matéria fresca e MS a matéria seca. As concentrações de Na^+ e K^+ foram determinadas segundo Malavolta *et al.* (1989) e as de Cl^- , NO_3^- e PO_4^{3-} de acordo com Gaines *et al.* (1984), Cataldo *et al.* (1975) e Fiske e Subbarow (1925), respectivamente. As concentrações de prolina, carboidratos solúveis e N-aminossolúveis foram estimadas segundo Bates *et al.* (1973), Dubois *et al.* (1956) e Yemm e Cocking (1955), respectivamente. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, obedecendo a um arranjo fatorial 2 x 3. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os potenciais osmóticos (Ψ_s) de folhas e raízes de plântulas dos clones CCP 06 e BRS 189 foram reduzidos significativamente pelo estresse salino. O clone BRS 189 apresentou maior redução no Ψ_s foliar em ambos os tratamentos salinos (Tabela 1). Porém, nas raízes, as reduções do Ψ_s não diferiram, estatisticamente, entre os clones (Tabela 2). Em condições de salinidade, a

redução do Ψ_s é uma resposta comum das plantas que minimiza o déficit hídrico provocado pelo acúmulo de sais no ambiente radicular (Taiz e Zeiger, 2002).

Tabela 1 - Potencial osmótico (Ψ_s), concentração de solutos inorgânicos e orgânicos e teor de água (TA) foliares de plântulas dos clones de cajueiro anão-precoce, CCP 06 e BRS 189, submetidas ao estresse salino.

Clone	Trat.	Ψ_s (MPa)	Solutos inorgânicos (mM)					Solutos orgânicos (mM)			TA (%)
			Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	Prolina	Carboi- dratos solúveis	N- aminos- solúveis	
CCP06	Controle	-1,2Aa	53,0Bc	117,7Aa	20,4Ac	19,6Ba	19,7Ab	0,70Ac	201,8Bb	36,1Ac	356,7Aa
	8 dS.m ⁻¹	-1,4Ab	127,8Aa	120,2Aa	86,8Bb	20,4Aa	20,8Bb	1,1Ab	231,7Bb	53,7Ab	351,5Aa
	16 dS.m ⁻¹	-1,5Ac	107,0Bb	113,1Ba	104,5 Ba	21,7Aa	27,0Ba	1,4Aa	286,1Aa	69,7Ba	340,6Aa
BRS189	Controle	-1,2Aa	77,4Ab	117,1Ab	16,0Ab	25,7Aa	15,4Ac	0,5Bc	256,2Aa	27,4Ac	329,4Ba
	8 dS.m ⁻¹	-1,6Bb	143,5Aa	122,8Aab	140,9Aa	21,1Ab	25,7Ab	0,8Bb	270,6Aa	47,0Ab	328,2Ba
	16 dS.m ⁻¹	-1,8Bc	131,0Aa	130,9Aa	154,6Aa	18,4Bc	41,0Aa	1,5Aa	283,9Aa	81,2Aa	330,4Ba

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula e minúscula indicam, respectivamente, que não houve diferenças significativas entre os clones e os tratamentos a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 2 - Potencial osmótico (Ψ_s), concentração de solutos inorgânicos e orgânicos e teor de água (TA) radiculares de plântulas dos clones de cajueiro anão-precoce, CCP 06 e BRS 189, submetidas ao estresse salino.

Clone	Trat	Ψ_s (MPa)	Solutos inorgânicos (mM)					Solutos orgânicos (mM)			TA (%)
			Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	Prolina	Carboi- dratos solúveis	N- aminos- solúveis	
CCP06	Controle	-0,3Aa	32,2Ac	17,9Aab	16, 6Bc	2,4Ba	2,4Ab	0,2Aa	27,3Ab	6,6Ab	666,7Ab
	8 dS.m ⁻¹	-0,4Ab	59,1Ab	16,9Bb	73,6Bb	2,3Aa	3,0Ab	0,1Aa	29,0Bb	7,4Ba	700,0Aa
	16 dS.m ⁻¹	-0,8Ac	109,6Aa	24,0Aa	113,3Ba	1,6Ab	8,7Aa	0,1Aa	50,1Aa	14,8Ba	700,0Aa
BRS189	Controle	-0,3Aa	20,0Bc	17,4Ab	21,1Ac	2,7Aa	1,6Ab	0,1Bb	33,4Ab	7,9Ab	500,0Bb
	8 dS.m ⁻¹	-0,5Bb	58,3Ab	24,6Aab	93,0Ab	3,1Aa	3,7Ab	0,1Aab	43,4Aa	12,3Ab	533,3Bab
	16 dS.m ⁻¹	-0,8A	110,0Aa	28,1Aa	128,8Aa	2,3Aa	6,3Ba	0,2Aa	38,8Bab	20,0Aa	600,0Ba

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula e minúscula indicam, respectivamente, que não houve diferenças significativas entre os clones e os tratamentos a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Dentre os solutos inorgânicos, Na⁺ e Cl⁻ foram os íons que mais contribuíram para o abaixamento do Ψ_s em folhas e raízes, pois, suas concentrações foram as que mais aumentaram com a salinidade (Tabelas 1 e 2). Nas raízes de ambos os clones, os aumentos nas concentrações de Na⁺ e Cl⁻ foram proporcionais ao aumento da salinidade, enquanto nas folhas isso foi evidente apenas para o Cl⁻ no clone CCP 06, embora o BRS 189 tenha apresentado as maiores concentrações deste íon (Tabela 1). De acordo com Zhu (2001), os íons Na⁺ e Cl⁻, quando absorvidos e compartimentalizados no vacúolo, agem como importantes osmorreguladores.

As concentrações de prolina e N-aminossolúveis aumentaram em resposta ao estresse salino, sendo observados os maiores valores nas folhas (Tabelas 1 e 2). Esses solutos são importantes no ajustamento osmótico do citosol, onde são, principalmente, acumulados (Mansour *et al*, 2004). As concentrações de K^+ e carboidratos solúveis foram pouco afetadas pela salinidade, contudo, suas contribuições na manutenção do Ψ_s foliar parecem importantes devido às altas concentrações em que se apresentaram nos tecidos estudados. Os ânions NO_3^- e PO_4^{3-} também foram pouco afetados pela salinidade, porém, suas contribuições ao ajustamento osmótico, parecem menos importantes.

Diferenças significativas foram observadas em relação ao teor de água (TA) de folhas e raízes (Tabelas 1 e 2). Porém, a salinidade não alterou o conteúdo de água desses tecidos, em nenhuma das concentrações testadas, demonstrando assim, a eficiência do ajustamento osmótico destas plantas que permitiu a absorção de água e a manutenção do estado hídrico sob condições de estresse salino.

Portanto, a salinidade não provocou déficit hídrico nos estádios iniciais do desenvolvimento das plântulas de cajueiro anão-precoce, provavelmente, devido ao seu eficiente mecanismo de ajustamento osmótico, resultante principalmente do acúmulo de Na^+ e Cl^- .

BIBLIOGRAFIA

- BATES, L.S.; WALDREN, R.P.; TEARE, I.D. (1973). "*Rapid determination of free proline for water-stress studies*". Plant and Soil 39, pp. 205-207.
- CATALDO, D.A.; HAROON, M.; SCHARADER, L.E.; YOUNGS, V.L. "*Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic*". (1975) Communication in Soil Science and Plant Analysis 6, pp. 71-80.
- DUBOIS, M.; GILLES, K.A.; HAMILTON, J.K.; REBERS, P.A.; SMITH, F.(1956). "*Colorimetric method for determination of sugars and related substances*". Analytical Chemistry 28, pp. 350-356.
- FISKE, C. H.; SUBARROW, H. (1925). "*The colorimetric determination of phosphorus*". Journal of Biological Chemistry" 66, pp.375-400.
- GAINES, T.P.; PARKER, M.B.; GASCHO, G.J. (1984). "*Automated determination of chlorides in soil and plant tissue by sodium nitrate*". Agronomy Journal 76, p. 371-374.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de.(1989). "*Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*". POTAFOS, Piracicaba-SP, 201 p.
- MANSOUR, M.M.F.; SALAMA K.H.A. (2004). "*Cellular basis of salinity tolerance in plants*". Environmental and Experimental" Botany 52, pp. 113-122.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. (2002). *Plant Physiology*. 3.ed. Sunderland: Sinauer Associates, 690 p.
- ZHU, J.K. "*Plant salt tolerance*". (2001). Trends in Plant Science 6, pp. 66-71.
- YEMM, E.W.; COCKING, E.C. "*The determination of amino-acids with ninhydrin*". (1955). Analyst 80, pp. 209-213.