

## COMPONENTES BIOQUÍMICOS DA PINHEIRA SOB ESTRESSE SALINO E ADUBAÇÃO COM PROPORÇÕES DE NPK

Francisco Vanies da Silva Sá<sup>1</sup>, Hans Raj Gheyi<sup>2</sup>, Geovani Soares de Lima<sup>3</sup>, Francisco Wesley Alves Pinheiro<sup>4</sup>, Rômulo Carantino Lucena Moreira<sup>4</sup>, Luderlândio de Andrade Silva<sup>4</sup>

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar o estado hídrico, os pigmentos cloroplastídicos e o dano celular em folhas de pinheira sob estresse salino e manejos de adubação com proporções de NPK. O experimento foi desenvolvido em ambiente protegido (casa de vegetação), em delineamento de blocos casualizados, com nove tratamentos (T<sub>1</sub> – água de 0,8 dS m<sup>-1</sup> + 100:100:100% N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O (controle); T<sub>2</sub> – água de 3,0 dS m<sup>-1</sup> + 100:100:100% N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O; T<sub>3</sub> – água de 3,0 dS m<sup>-1</sup> + 100:100:140% N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O; T<sub>4</sub> – água de 3,0 dS m<sup>-1</sup> + 100:140:100% N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O; T<sub>5</sub> – água de 3,0 dS m<sup>-1</sup> + 100:140:140% N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O; T<sub>6</sub> – água de 3,0 dS m<sup>-1</sup> + 140:100:100% N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O; T<sub>7</sub> – água de 3,0 dS m<sup>-1</sup> + 140:100:140% N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O; T<sub>8</sub> – água de 3,0 dS m<sup>-1</sup> + 140:140:100% N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O e T<sub>9</sub> – água de 3,0 dS m<sup>-1</sup> + 140:140:140% N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O), com três repetições. A irrigação com água salina não afetou o estado hídrico e a integridade das membranas das folhas de pinheira. O incremento de fosforo e nitrogênio, independente do incremento de potássio mitigou o efeito do estresse salino sobre as plantas de pinheira, com benefício ao pigmentos primários, auxiliares e protetores.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Anona squamosa*, salinidade, relações hídricas.

## BIOCHEMICAL COMPONENTS IN SUGAR APPLE UNDER SALT STRESS AND FERTILIZATION WITH NPK PROPORTIONS

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the water status, chloroplastidic pigments and cell damage in sugar apple leaves under salt stress and fertilization management with NPK proportions. The experiment was carried out in a protected environment

<sup>1</sup>Pesquisador PNP/CAPEs, Centro de Ciências Agrárias, UFERSA, Caixa Postal 572, CEP 59625-900, Mossoró, RN. Fone (83) 9.9861-9267. E-mail: vanies\_agronomia@hotmail.com.

<sup>2</sup> Prof. Doutor, Centro de Engenharia de Água e Solo, UFRB, Cruz da Almas, BA.

<sup>3</sup> Prof. Doutor, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, UFCG, Pombal, PB.

<sup>4</sup> Doutorando em Engenharia, Depto de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB.

(greenhouse), in a randomized block design with nine treatments (T<sub>1</sub> – water of 0,8 dS m<sup>-1</sup> + 100:100:100% N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O (control); T<sub>2</sub> – water of 3,0 dS m<sup>-1</sup> + 100:100:100% N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O; T<sub>3</sub> – water of 3,0 dS m<sup>-1</sup> + 100:100:140% N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O; T<sub>4</sub> – water of 3,0 dS m<sup>-1</sup> + 100:140:100% N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O; T<sub>5</sub> – water of 3,0 dS m<sup>-1</sup> + 100:140:140% N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O; T<sub>6</sub> – water of 3,0 dS m<sup>-1</sup> + 140:100:100% N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O; T<sub>7</sub> – water of 3,0 dS m<sup>-1</sup> + 140:100:140% N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O; T<sub>8</sub> – water of 3,0 dS m<sup>-1</sup> + 140:140:100% N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O e T<sub>9</sub> – water of 3,0 dS m<sup>-1</sup> + 140:140:140% N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O), with three replicates. Irrigation with saline water did not affect the water status and the integrity of the membranes of the leaves of sugar apple plants. The increase of phosphorus and nitrogen, independent of the potassium increment, mitigated the effect of saline stress on sugar apple, with benefit to primary, auxiliary and protective pigments.

**KEYWORDS:** *Annona squamosa*, salinity, water relations.

## INTRODUÇÃO

A adaptação da pinheira (*Annona squamosa* L.) às regiões semiáridas tornou-se uma importante alternativa agroeconômica e alimentar, especialmente para a região Nordeste do Brasil devido a qualidade dos seus frutos (Gouveia et al., 2006), além de satisfatória rentabilidade, a pinha vem despertando o interesse dos fruticultores de várias partes do País, para o seu cultivo, pois além das propriedades alimentares, as anonáceas apresentam valor medicinal, propriedades farmacêuticas e, ainda, potencial como inseticidas (Seffrin et al., 2010).

Além do pequeno pacote tecnológico empregado para a cultura, essa está disposta principalmente no Nordeste do Brasil, nas regiões que abrangem o semiárido do país, que enfrenta sérios problemas com a escassez dos recursos hídricos. Assim, o uso de água salina na agricultura pode ser considerado uma alternativa importante para recursos naturais escassos, todavia, o uso dessas águas elevam os teores de sais no solo, principalmente os teores de sódio, que exercem efeitos negativos sobre as plantas, promovendo alterações de natureza iônica, osmótica, nutricional e hormonal (Taiz et al., 2015), trazendo prejuízos ao desenvolvimento das plantas através da inibição de germinação, crescimento e produção, que variam em função das espécies, do tempo de exposição e dos tipos de sais presente no meio (Ayers & Westcot, 1999), sendo necessário um manejo criterioso.

A adubação é dentre as práticas culturais a que mais se destaca no manejo de plantas sobre condições de estresse salino, tendo vistas, que o emprego de fertilizantes favorece a aquisição de nutrientes pelas plantas, reduzindo os efeitos da salinidade (Silva et al., 2011). Com isso, objetivou-se avaliar o estado hídrico, os pigmentos cloroplastídicos e o dano celular em folhas de pinheira sob estresse salino e manejos de adubação com proporções de NPK.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em ambiente protegido (casa de vegetação) no Centro de Tecnologia e Recursos Naturais - CTRN da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizado no município de Campina Grande, Paraíba, PB, nas coordenadas geográficas 7°15'18'' de latitude Sul, 35°52'28'' de longitude Oeste e altitude média de 550 m.

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, composto por nove tratamentos (T<sub>1</sub> – água de 0,8 dS m<sup>-1</sup> + 100:100:100% N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O (controle); T<sub>2</sub> – água de 3,0 dS m<sup>-1</sup> + 100:100:100% N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O; T<sub>3</sub> – água de 3,0 dS m<sup>-1</sup> + 100:100:140% N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O; T<sub>4</sub> – água de 3,0 dS m<sup>-1</sup> + 100:140:100% N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O; T<sub>5</sub> – água de 3,0 dS m<sup>-1</sup> + 100:140:140% N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O; T<sub>6</sub> – água de 3,0 dS m<sup>-1</sup> + 140:100:100% N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O; T<sub>7</sub> – água de 3,0 dS m<sup>-1</sup> + 140:100:140% N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O; T<sub>8</sub> – água de 3,0 dS m<sup>-1</sup> + 140:140:100% N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O e T<sub>9</sub> – água de 3,0 dS m<sup>-1</sup> + 140:140:140% N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O), com três repetições.

A adubação baseou-se na recomendação de adubação para anonáceas, proposta por Silva & Silva (1997), sendo 40 g de N, 60 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 60 g de K<sub>2</sub>O por planta. As plantas de *A. squamosa* foram cultivadas em lisímetros, preenchidos com 235 kg do Neossolo Regolítico de textura franco-argilosa (profundidade de 0-30 cm), não salino e não sódico, com baixo teor inicial de fósforo (Tabela 1).

**Tabela 1.** Características químicas e físico-hídricas do solo utilizado no experimento.

Características químicas									
pH (H <sub>2</sub> O) (1:2,5)	M.O (dag kg <sup>-1</sup> )	P (mg kg <sup>-1</sup> )	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>	CEes (dS m <sup>-1</sup> )
5,63	1,830	18,20	0,21	0,17	3,49	2,99	0,00	5,81	0,61
Características físicas									
Fração granulométrica (g kg <sup>-1</sup> )			Classe textural	Umidade (kPa)		AD	Porosidade total m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	DA (kg dm <sup>-3</sup> )	DP
Areia	Silte	Argila		33,42	1519,5 (dag kg <sup>-1</sup> )				
572,7	100,7	326,6	FA	12,68	4,98	7,70	0,5735	1,13	2,65

M.O – Matéria orgânica: Digestão Úmida Walkley-Black; Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> extraídos com KCl 1 mol L<sup>-1</sup> pH 7,0; Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> extraídos utilizando-se NH<sub>4</sub>OAc 1 mol L<sup>-1</sup> pH 7,0; FA – Franco Argiloso; AD – Água disponível; DA- Densidade aparente; DP- Densidade de partículas.

A água de menor CEa ( $0,8 \text{ dS m}^{-1}$ ) foi obtida pela diluição de água do sistema de abastecimento local ( $\text{CEa} = 1,48 \text{ dS m}^{-1}$ ) com água de chuva ( $\text{CEa}=0,02 \text{ dSm}^{-1}$ ). O maior nível de CEa ( $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ ) foi preparado pela adição de sais ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) à água de abastecimento na proporção equivalente de 7:2:1 entre  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , respectivamente (Medeiros et al., 2003). Foram utilizadas mudas crioulas de pinheira, adquiridas em viveiro comercial em Recife, estado de Pernambuco, com idade de 180 dias após a semeadura.

Aos 240 dias após aplicação dos níveis salinos, na fase de floração foram coletadas amostras foliares na parte central do limbo e, posteriormente, levadas ao Laboratório de Fisiologia Vegetal para quantificação dos teores de clorofila total, *a* e *b* e carotenoides ( $\mu\text{g cm}^{-2}$ ) conforme método laboratorial desenvolvido por Lichtenthaler (1987). Para avaliar os danos na membrana celular sob condições de estresse salino foi determinado o percentual de dano na membrana celular (extravasamento de eletrólitos), obtido de acordo com Scott Campos & Thu Pham Thi (1997). A determinação do teor relativo de água no limbo foliar e déficit de saturação hídrica foliar foi feita baseando-se em metodologia descrita em Lima et al. (2015).

Os dados foram interpretados por meio de análises de variância (teste F,  $p < 0,05$ ) e teste de Dunnett ( $p < 0,05$ ), com uso do Software Sisvar versão 5.6.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo dos tratamentos ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ) para clorofila *a* (CLO a), clorofila *b* (CLO b) e carotenoides (CAROT), e ao nível de 5% ( $p < 0,01$ ) de probabilidade clorofila total (CLO T). As variáveis teor relativo de água (TRA), déficit de saturação hídrica (DSH) e extravasamento de eletrólitos (EE) em folhas de plantas de pinheira não foram afetados pelos tratamentos estudados (Tabela 2).

O teor de clorofila *a* e clorofila total foram reduzidos apenas no tratamento  $T_3$  em relação ao tratamento controle  $T_1$ , apresentando reduções de 33,7 e 47,3%, respectivamente. Os teores de clorofila *b* e de carotenoides foram reduzidos nos tratamentos  $T_2$  e  $T_3$  em relação ao tratamento controle, indicando que o estresse salino afetou a síntese de pigmentos auxiliares nesses tratamentos (Tabela 2).

A clorofila *b* é responsável por captar energia luminosa em uma faixa diferente da clorofila *a*, atuando como pigmento acessório responsável por compensar a captação de

energia luminosa no fotossistema II (PSII). E os carotenoides por sua vez, são responsáveis por proteger as moléculas de clorofila contra degradação (Taiz et al., 2015). Assim, os baixos teores de clorofila b e carotenoides nesses tratamentos, associados a baixos teores de clorofila a e total em relação aos demais tratamentos, é indicativo que o estresse oxidativo atua na degradação dessas moléculas, porém ainda não causou danos notáveis na integridades das membranas celulares (EE) (tabela 2).

**Tabela 2.** Teste 'F' e teste de comparação de médias Dunnett para teor relativo de água (TRA), déficit de saturação hídrica (DSH), clorofila a (CLO a), clorofila b (CLO b), clorofila total (CLO T), carotenoides (CAROT) e extravasamento de eletrólitos (EE) em folhas de plantas de pinheira sob estresse salino e manejo de adubação com N-P-K, na fase de floração.

Fontes de Variação	GL	Teste 'F' (Pr > Fc)						
		TRA	DSH <sup>#</sup>	CLO a <sup>#</sup>	CLO b <sup>#</sup>	CLO T <sup>#</sup>	CAROT <sup>#</sup>	EE <sup>#</sup>
Bloco	2	0,2856 <sup>NS</sup>	0,3023 <sup>NS</sup>	0,8006 <sup>NS</sup>	0,6778 <sup>NS</sup>	0,8482 <sup>NS</sup>	0,8184 <sup>NS</sup>	0,8402 <sup>NS</sup>
Tratamentos	8	0,7310 <sup>NS</sup>	0,7490 <sup>NS</sup>	0,0015 <sup>**</sup>	0,0009 <sup>**</sup>	0,0154 <sup>*</sup>	0,0004 <sup>**</sup>	0,2143 <sup>NS</sup>
Erro	16	----	----	----	----	----	----	----
Coefficiente de variação (%)		6,34	8,84	7,80	7,81	11,33	8,75	8,22
Teste de médias Dunnett (P<0,05)								
Tratamento	TRA	DSH	CLO a	CLO b	CLO T	CAROT	EE	
	-----%-----	-----%-----	-----µg cm <sup>-2</sup> -----	-----µg cm <sup>-2</sup> -----	-----µg cm <sup>-2</sup> -----	-----µg cm <sup>-2</sup> -----	-----%-----	
T <sub>1</sub> (Controle) - 100:100:100 N:P:K	76,95 a	23,05 a	6,45 a	2,79 a	9,24 a	1,36 a	12,76 a	
T <sub>2</sub> - Sal + 100:100:100 N:P:K	74,97 a	25,03 a	4,79 a	1,85 b	6,64 a	0,95 b	11,48 a	
T <sub>3</sub> - Sal + 100:100:140 N:P:K	72,82 a	27,18 a	3,64 b	1,47 b	5,12 b	0,64 b	8,62 a	
T <sub>4</sub> - Sal + 100:140:100 N:P:K	70,35 a	29,65 a	6,66 a	2,73 a	9,39 a	1,33 a	12,14 a	
T <sub>5</sub> - Sal + 100:140:140 N:P:K	71,66 a	28,34 a	6,85 a	2,76 a	12,32 a	1,65 a	10,51 a	
T <sub>6</sub> - Sal + 140:100:100 N:P:K	75,83 a	24,17 a	7,50 a	2,86 a	10,35 a	1,64 a	12,81 a	
T <sub>7</sub> - Sal + 140:100:140 N:P:K	72,53 a	27,47 a	6,95 a	2,72 a	9,68 a	1,36 a	11,25 a	
T <sub>8</sub> - Sal + 140:140:100 N:P:K	75,53 a	24,47 a	5,65 a	2,10 a	7,75 a	1,17 a	11,58 a	
T <sub>9</sub> - Sal + 140:140:140 N:P:K	74,35 a	25,65 a	6,76 a	2,85 a	9,61 a	1,26 a	12,20 a	
DMS	11,67	11,32	2,21	0,88	3,93	0,39	4,22	

<sup>\*\*</sup>, <sup>\*</sup> e <sup>NS</sup> = significativo a 1% (p < 0,01) e a 5% (p < 0,05), e não significativo (p > 0,05), respectivamente; # dados transformados por raiz quadrada ( $\sqrt{x}$ ); GL = graus de liberdade; DMS = diferença mínima significativa. Letras iguais não diferem perante o teste de Dunnett ao nível de 5%.

No T<sub>3</sub> os efeitos da salinidade são notavelmente mais severos em relação ao T<sub>2</sub>, provavelmente o incremento isolado de potássio tenha intensificado o estresse osmótico sobre as plantas de pinheira, uma vez que, ao contrário do fósforo e nitrogênio, esse nutriente não é componente básico de osmólitos como aminoácidos e açúcares (Taiz et al., 2015). Entretanto, adubação potássica quando combinada a nitrogenada e fosfatada (T<sub>5</sub>, T<sub>7</sub> e T<sub>9</sub>), assim como, as adubações fosfatadas ou nitrogenadas isoladas (T<sub>4</sub> e T<sub>6</sub>) ou combinadas (T<sub>5</sub>, T<sub>7</sub>, T<sub>8</sub> e T<sub>9</sub>), foram eficiente na mitigação do estresse salino sobre a degradação dos pigmentos cloroplastídicos em plantas de pinheira, um vez que não diferiram do tratamento testemunha, provavelmente pelo melhor balanço energético e melhor fotoproteção das moléculas de clorofila, proporcionados pelos valores adequados de clorofila b e carotenoides (Tabela 2).

## CONCLUSÕES

A irrigação com água salina não afetou o estado hídrico e a integridade das membranas das folhas de pinheira.

O incremento de fosforo e nitrogênio, independente do incremento de potássio mitigou o efeito do estresse salino sobre as plantas de pinheira, com benefício aos pigmentos primários, auxiliares e protetores.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYERS, R. S., WESTCOT, D. W. **A qualidade de água na agricultura**. 2. ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. (FAO Irrigação e Drenagem, 29).

GOUVEIA, D. S.; MATA, M. E. R. M. C.; DUARTE, M. E. M.; UGULINO, S. M. P. Avaliação físico-química e teste de aceitação sensorial do suco de pinha e do blend pinha-leite. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.8, p.127-133, 2006.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. In: Packer, L.; Douce, R. (ed.). **Methods in enzymology**. London: Academic Press, 1987. p. 350-382.

LIMA, G. S.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SOARES, L. A. A.; XAVIER, D. A.; SANTOS JUNIOR, J. A. Water relations and gas exchange in castor bean irrigated with saline water of distinct cationic nature. **African Journal of Agricultural Research**, v.10, p.1581-1594, 2015.

MEDEIROS, J. F. DE; LISBOA, R. A.; OLIVEIRA, M.; SILVA JÚNIOR, M. J.; ALVES, L. P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3, p.469- 472, 2003.

SCOTT CAMPOS, P.; THU PHAN THI, A. Effect of abscisic acid pretreatment on membrane leakage and lipid composition of *Vigna unguiculata* leaf discs subject to osmotic stress. **Plant Science**, v.130, p.11-18, 1997.

SEFFRIN, R. C.; SHIKANO, I.; AKHTAR, Y.; ISMAN, M. B. Effects of crude seed extracts of *Annona atemoya* and *Annona squamosa* L. against the cabbage looper, *Trichoplusia* in the laboratory and greenhouse. **Crop Protection**, v.29, p.20-24, 2010.

SILVA, A. Q.; SILVA, H. **Nutrição e adubação de Anonáceas**. In: SÃO JOSÉ, A.R.; SOUZA, I.V.B.; MORAIS, O.M.; REBOUÇAS, T.N.H. Anonáceas, produção e mercado (Pinha, Graviola, Atemóia e Cherimóia). Vitória da Conquista (BA): DFZ/UESB, 1997. p.118-137.

SILVA, F. L. B.; LACERDA, C. F.; SOUSA, G. G.; NEVES, A. L. R.; SILVA, G. L.; SOUSA, C. H. C. Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão-de-corda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p.383-389, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Plant physiology and development**. 6<sup>a</sup>. Ed. New York: Sinauer Associates, 2015. 561p.