

EFICIÊNCIA FOTOQUÍMICA EM FASES FENOLÓGICAS DA ACEROLEIRA SOB ESTRESSE SALINO E PROPORÇÕES DE P/N

Francisco Vanies da Silva Sá¹, Geovani Soares de Lima², Hans Raj Gheyi³, Emanoela Pereira de Paiva⁴, Rômulo Carantino Lucena Moreira⁵, Pedro Dantas Fernandes⁶

RESUMO: Objetivou-se avaliar a eficiência fotoquímica em diferentes fases fenológicas da aceroleira sob estresse salino e manejos de adubação com proporções de fósforo e nitrogênio. Para isso, o experimento foi desenvolvido em casa de vegetação utilizado o delineamento de blocos casualizados, arranjados em esquema fatorial 5 x 3, relativo aos cinco tratamentos (T₁ – água de 0,6 dSm⁻¹ + 100:100% P/N; T₂ – água de 3,0 dSm⁻¹ + 100:100% P/N; T₃ – água de 3,0 dSm⁻¹ + 140:100% P/N; T₄ – água de 3,0 dSm⁻¹ + 100:140% P/N e T₅ – água de 3,0 dSm⁻¹ + 140:140% P/N) e três fases fenológicas (FV – vegetativa; FFL – floração e FFR – frutificação), com três repetições. O efeito progressivo da salinidade reduz a eficiência fotoquímica da aceroleira, com efeitos mais danosos na fase de frutificação. O incremento combinado de fósforo e nitrogênio reduzem os danos ao aparato fotossintético da aceroleira.

PALAVRAS-CHAVE: *Malpighia emarginata*, fisiologia, salinidade.

PHYTOCHEMICAL EFFICIENCY IN PHENOLOGICAL STAGES OF WEST INDIAN CHERRY UNDER SALT STRESS AND P/N PROPORTIONS

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the photochemical efficiency in different phenological stages of the West Indian Cherry under salt stress and fertilization management with proportions of phosphorus and nitrogen. The experiment was carried out in a greenhouse using a randomized block design, arranged in a 5 x 3 factorial scheme, for the five treatments (T₁ - water of 0.6 dSm⁻¹ + 100:100% P/N; T₂ - water of 3.0 dSm⁻¹ + 100:100%

¹Pesquisador 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.

²Prof. Doutor, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, UFCG, Pombal, PB.

³Prof. Doutor, Centro de Engenharia de Água e Solo, UFRB, Cruz das Almas, BA.

⁴Pesquisador PDJ/CNPq, Centro de Ciências Agrárias, UFERSA, Mossoró, RN.

⁵Doutorando em Engenharia, Depto de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB.

⁶Prof. Doutor, Depto de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB.

P/N, T₃ - water of 3.0 dSm⁻¹ + 140:100% P/N, T₄ - water of 3.0 dSm⁻¹ + 100:140% P/N and T₅ - water of 3.0 dSm⁻¹ + 140:140% P/N) and three phenological phases (FV - vegetative, FFL - flowering and FFR - fruiting) with three replicates. The progressive effect of salinity reduces the photochemical efficiency of West Indian Cherry, with more damaging effects in the fruiting phase. The combined increase of phosphorus and nitrogen reduces the damages to the photosynthetic apparatus of West Indian Cherry.

KEYWORDS: *Malpighia emarginata*, physiology, salinity.

INTRODUÇÃO

A aceroleira (*Malpighia emarginata* DC.) possui uma fruta atrativa pelo seu sabor agradável e os altos teores de vitamina C, vitamina A, ferro, cálcio e vitaminas do complexo B (Tiamina, Riboflavina e Niacina). No Brasil, a cultura é bastante difundida, principalmente em áreas semiáridas dos estados da Bahia, Ceará, Paraíba e Pernambuco, principais produtores desta fruteira (Adriano et al., 2011; Esashika et al., 2013).

Apesar da grande adaptabilidade a condições de semiaridez, a redução do volume de água dos mananciais hídricos da região, aliada à elevada concentração de sais encontrados na água, há necessidade de se buscar estratégias de manejo que viabilizem o uso de águas de qualidade inferior (salinas) na irrigação dos cultivos (Medeiros et al., 2003). De maneira geral, os efeitos da salinidade da água e/ou do solo sobre as plantas são atribuídos à redução do potencial osmótico, à ação específica da concentração iônica e ao desequilíbrio nutricional e hormonal (Munns & Tester, 2008).

Dentre as estratégias utilizadas para mitigação dos efeitos do estresse salino, o manejo adequado da adubação têm mostrado algumas repostas positivas, principalmente se tratando do fósforo e do nitrogênio quando o foco do estudo é a adubação nitrogenada (LIMA et al., 2015; SÁ et al., 2018). Sá et al. (2018) apontam que o aumento da salinidade da água de irrigação acima de 2,2 dS m⁻¹ diminui a eficiência quântica do fotossistema II e o crescimento das plantas de aceroleira, e que o incremento de 40% na dose de nitrogênio aumentam a fluorescência da clorofila *a* das plantas de acerola.

Com isso, objetivou-se avaliar a eficiência fotoquímica em diferentes fases fenológicas da aceroleira sob estresse salino e manejos de adubação com fósforo e nitrogênio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação do 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.

Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados, arranjos em esquema fatorial 5 x 3, relativo aos cinco tratamentos (T1 – água de 0,6 dS m⁻¹ + 100:100% P/N; T2 – água de 3,0 dS m⁻¹ + 100:100% P/N; T3 – água de 3,0 dS m⁻¹ + 140:100% P/N; T4 – água de 3,0 dS m⁻¹ + 100:140% P/N e T5 – água de 3,0 dS m⁻¹ + 140:140% P/N) e três fases fenológicas (FV – vegetativa; FFL – floração e FFR – frutificação), com três repetições.

A recomendação de adubação foi baseada em Musser (1995), sendo recomendado 23,85 g de N planta ano⁻¹ 45,0 de g de P₂O₅ planta ano⁻¹. O experimento foi instalado em lisímetros com capacidade de 250 dm³ tendo a base inferior forrada com tecido geotêxtil Bidine sob uma camada de 5 cm de brita tipo 1. O solo utilizado no preenchimento dos lisímetros foi classificado como 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	M.O	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺	CEes
(H ₂ O)	dag kg ⁻¹	(mg kg ⁻¹)(cmol.kg ⁻¹).....						(dS m ⁻¹)
(1:2,5)									
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 ⁻¹)			Classe	Umidade (kPa)		AD	Porosidade	DA	DP
Areia	Silte	Argila	textural	33,42	1519,5		total	----- (kg dm ⁻³) ----	
				dag kg ⁻¹	m ³ m ⁻³		
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; Ca²⁺ e Mg²⁺ extraídos com KCl 1 mol L⁻¹ pH 7,0; Na⁺ e K⁺ extraídos utilizando-se NH₄OAc 1 mol L⁻¹ pH 7,0; FA – Franco Argiloso; AD – Água disponível; DA- Densidade aparente; DP- Densidade de partículas.

As mudas de acerolas cultivar BRS 366-Jaburu, enxertadas sobre um porta-enxerto Criolo, foram provenientes do jardim de sementes da Embrapa Agroindústria Tropical, em Pacajus, CE.

A água de baixa condutividade elétrica (CEa de 0,6 dS m⁻¹) foi obtida a partir da diluição da água de abastecimento municipal (CEa= 1,78 dS m⁻¹) com água de chuva, e a de

alta condutividade elétrica (CEa de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$) foi preparada pela adição de sais de NaCl, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ e $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ à água de abastecimento, em uma proporção equivalente de 7:2:1 de Na, Ca e Mg, respectivamente (Medeiros et al., 2003).

As irrigações com as águas conforme os níveis de condutividade elétrica preestabelecidos foram realizadas a cada 3 dias, repondo o volume evapotranspirado, pelo método de lisimetria de drenagem. Visando evitar o acúmulo de sais na zona radicular, a cada 50 dias aplicou-se uma fração de lixiviação de 0,10 do volume acumulado (Ayers & Westcot, 1999).

Para determinação da fluorescência da clorofila a das plantas de aceroleira, aos 45 (FV), 150 (FFL) e aos 285 (FFR) dias após aplicação dos níveis de salinidade, utilizou-se Fluorômetro de pulso modulado, modelo OS5p da Opti Science; a priori, usou-se o protocolo Fv/Fm, afim de determinar as variáveis: Fluorescência inicial (F_o), Fluorescência máxima (F_m), Fluorescência variável ($F_v = F_m - F_o$) e máxima eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_m) (Sá et al., 2018). Esse protocolo foi realizado após adaptação das folhas ao escuro por um período de 30 min, usando-se um clipe do equipamento, de modo a garantir que todos os aceptores estivessem oxidados, ou seja, com os centros de reação abertos.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), empregando o Software Sisvar versão 5.6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve influência significativa ($p < 0,01$) dos tratamentos sobre a fluorescência inicial (F_o). As fases fenológicas influenciaram significativamente a fluorescência inicial (F_o), fluorescência máxima (F_m), fluorescência variável (F_v) e eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_m). Não houve efeito significativo da interação entre os fatores estudados (Tabela 2).

A F_o foi maior nos tratamentos (T2, T3, T4 e T5) que receberam água salina em relação ao tratamento controle (T1), principalmente no tratamento T4 que obteve os maiores índices de F_o (Tabela 2). O aumento da F_o é indicativo de danos no aparato fotossintético, denotando que houve excesso de perda de energia luminosa nos tratamentos salino (Sá et al., 2018). Apenas o incremento da adubação nitrogenada (T4) não foi suficiente para mitigar os efeitos da salinidade sobre F_o , todavia, quando houve associação no incremento de fosforo e nitrogênio (T5), os índices de F_o foram numericamente mais próximos e estatisticamente semelhantes ao tratamento controle (T1). Entre as fases fenológicas os maiores índices de F_o

foram observado na fase de frutificação, constatando-se que os efeitos progressivos do estresse salino intensificam os danos no aparato fotossintético da aceroleira (Tabela 2).

Tabela 2. Teste 'F' e teste de comparação de médias Tukey para fluorescência inicial (F_o), fluorescência máxima (F_m), fluorescência variável (F_v) e eficiência quântica do fotossistema PSII (F_v/F_m) de plantas de aceroleira sob estresse salino e manejo de adubação com proporções de P/N, em diferentes fases fenológicas.

FV	GL	Pr>Fc			
		Fo	FM	FV	FV/FM
Bloco	2	0,1393 ^{NS}	0,0766 ^{NS}	0,1466 ^{NS}	0,6133 ^{NS}
Tratamentos (Trat)	4	0,0035**	0,6404 ^{NS}	0,7902 ^{NS}	0,0635 ^{NS}
Fases	2	0,0389*	0,0000**	0,0000**	0,0000**
TraR x Fases	8	0,2207 ^{NS}	0,1585 ^{NS}	0,2396 ^{NS}	0,5707 ^{NS}
Erro	28	-	-	-	-
Coeficiente de variação (%)		9,85	11,12	14,38	5,15
Teste de Médias					
Tratamentos	T1	183,00 b	666,44 a	483,44 a	0,72 a
	T2	195,11 ab	658,44 a	463,33 a	0,69 a
	T3	205,22 ab	684,89 a	479,67 a	0,69 a
	T4	221,33 a	706,44 a	485,11 a	0,68 a
	T5	191,67 ab	697,22 a	505,56 a	0,72 a
Fases Fenológicas	Vegetativa	195,13 AB	743,60 A	548,47 A	0,74 A
	Floração	192,33 B	710,73 A	518,40 A	0,73 A
	Frutificação	210,33 A	593,73 B	383,40 B	0,64 B

** , * e ^{NS} = 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 maiúsculas (fases fenológicas) e minúsculas (tratamento) iguais na coluna não diferem perante o teste de Tukey ao nível de 5%.

A eficiência quântica do fotossistema II (PSII) foi menor na fase de frutificação, apresentando reduções de 13,5 e 12,3%, em relação as fases vegetativa e de floração (Tabela 2). A redução na eficiência quântica do fotossistema II indica alterações no sistema fotossintético causadas por fatores de estresse ambientais e bióticos (Baker & Rosenqvist, 2004). Na fase de frutificação, além de aumento na F_o , também é observado os menores índices de F_m e F_v , indicando que efeito progressivo da salinidade também afetou o balanço energético do PSII, afetando diretamente o seu rendimento quântico (Tabela 2).

CONCLUSÕES

O efeito progressivo da salinidade reduz a eficiência fotoquímica da aceroleira, com efeitos mais danosos na fase de frutificação.

O incremento combinado de fósforo e nitrogênio reduzem os danos ao aparato fotossintético da aceroleira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **Qualidade da água na agricultura**. 2.ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29

BAKER, N. R.; ROSENQVIST, E. Application of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: An examination of future possibilities. **Journal of Experimental Botany**, v.55, p.1607-1621, 2004.

ESASHIKA, T.; OLIVEIRA, L. A. DE; MOREIRA, F. W. Resposta da aceroleira a adubação orgânica, química e foliar num Latossolo da Amazônia Central. **Revista de Ciências Agrárias**, v.36, p.399-410, 2013.

MUSSER, R. S. **Tratos culturais na cultura da acerola**. In: São José, A. R.; Alves, R. E. (ed.). *Acerola no Brasil: Produção e mercado*. Vitória da Conquista: DFZ/UESB, 1995. Cap.3, p.47-52.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanism of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v.59, p.651-681, 2008.

MEDEIROS, J. F. DE; LISBOA, R. DE A.; OLIVEIRA, M. DE; SILVA JÚNIOR, M. J. DA; 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, p.469- 472, 2003.

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.

SÁ, F. V. S.; GUEYI, H. R.; LIMA, G. S.; PAIVA, E. P.; MOREIRA, R. C. L.; SILVA, L. A. Water salinity, nitrogen and phosphorus on photochemical efficiency and growth of west indian cherry. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.22, p.158-163, 2018.