

## TROCAS GASOSAS EM FASES FENOLÓGICAS DA ACEROLEIRA SOB ESTRESSE SALINO E PROPORÇÕES DE FÓSFORO E NITROGÊNIO

Francisco Vanies da Silva Sá<sup>1</sup>, Hans Raj Gheyi<sup>2</sup>, Geovani Soares de Lima<sup>3</sup>,  
Emanoela Pereira de Paiva<sup>4</sup>, Luderlândio de Andrade Silva<sup>5</sup>, Pedro Dantas Fernandes<sup>6</sup>

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar as trocas gasosas em diferentes fases fenológicas da aceroleira sob estresse salino e manejos de adubação com 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 a cinco tratamentos (T1 – água de 0,6 dS m<sup>-1</sup> + 100:100% P/N; T2 – água de 3,0 dS m<sup>-1</sup> + 100:100% P/N; T3 – água de 3,0 dS m<sup>-1</sup> + 140:100% P/N; T4 – água de 3,0 dS m<sup>-1</sup> + 100:140% P/N e T5 – água de 3,0 dS m<sup>-1</sup> + 140:140% P/N) e três fases fenológicas (FV – vegetativa; FFL – floração e FFR – frutificação), com três repetições. Não ocorre aclimação ao estresse salino em nenhuma fase fenológica, das plantas de aceroleira que não recebem aumento incrementos na adubação. O incremento de 40% na recomendação de nitrogênio e/ou fósforo mitigam os efeitos da salinidade sobre as trocas gasosas da aceroleira, principalmente na fase de frutificação.

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

## GAS EXCHANGES IN PHENOLIC STAGES OF WEST INDIAN CHERRY UNDER SALINE STRESS AND PHOSPHORUS AND NITROGEN P/N PROPORTIONS

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the gas exchange in different phenological stages of the West Indian Cherry under salt stress and fertilization management with 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<sup>-1</sup> + 100:100% P/N; T2 - water of 3.0 dSm<sup>-1</sup> + 100:100% P/N, T3 - water of

<sup>1</sup>Pesquisador PNPD/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> Pesquisador PDJ/CNPq, Centro de Ciências Agrárias, UFERSA, Mossoró, RN.

<sup>5</sup> Doutorando em Engenharia, Depto de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB.

<sup>6</sup> Prof. Doutor, Depto de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB.

3.0 dSm<sup>-1</sup> + 140:100% P/N, T4 - water of 3.0 dSm<sup>-1</sup> + 100:140% P/N and T5 - water of 3.0 dSm<sup>-1</sup> + 140:140% P/N) and three phenological phases (FV - vegetative, FFL - flowering and FFR - fruiting) with three replicates. There is no acclimatization to saline stress in any phenological phase of West Indian Cherry plants that do not receive increases in fertilization. The 40% increase in nitrogen and/or phosphorus recommendation mitigates the effects of salinity on West Indian Cherry gas exchange, especially in the fruiting phase.

**KEYWORDS:** *Malpighia emarginata*, irrigation, salinity.

## INTRODUÇÃO

Dentre as espécies frutíferas emergentes no cenário frutícola do Brasil, a aceroleira (*Malpighia emarginata* DC.) vem se destacando devido ao seu elevado teor de vitamina C (ácido ascórbico). No Brasil, a principal região produtora da aceroleira é a região nordeste (Esashika et al., 2013), todavia, apesar da grande adaptabilidade da cultura as condições edáficas dessa região, é comum à escassez dos recursos hídricos, tanto em aspectos quantitativo, quanto qualitativos, tendo em vista a elevada concentração de sais presentes na água de irrigação, que aumentam a salinidade dos solos, promovendo perdas no rendimento da cultura devido ao estresse salino nas plantas (Ayers & Westcot, 1999; Medeiros et al., 2003).

Nas plantas cultivadas inúmeros efeitos são causados pelo excesso de sais no solo, dentre eles, distúrbios na permeabilidade das membranas celulares, alterações na condutância estomática, fotossíntese e balanço iônico, os quais acarretam redução no crescimento e desenvolvimento das plantas, independente da natureza dos sais (Sá et al., 2019; Lima et al., 2015). Dentre as estratégias utilizadas para mitigação dos efeitos do estresse salino, o manejo adequado da adubação tem mostrado inúmeras repostas positivas, principalmente da adubação nitrogenada (Sá et al., 2019).

Com isso, objetivou-se avaliar as trocas gasosas 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<sup>-1</sup> + 100:100% P/N; T2 – água de 3,0 dS m<sup>-1</sup> + 100:100% P/N; T3 – água de 3,0 dS m<sup>-1</sup> + 140:100% P/N; T4 – água de 3,0 dS m<sup>-1</sup> + 100:140% P/N e T5 – água de 3,0 dS m<sup>-1</sup> + 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<sup>-1</sup> 45,0 de g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> planta ano<sup>-1</sup>. O experimento foi instalado em lisímetros com capacidade de 250 dm<sup>3</sup> 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 (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>	CEs (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				
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.

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<sup>-1</sup>) foi obtida a partir da diluição da água de abastecimento municipal (CEa= 1,78 dS m<sup>-1</sup>) com água de chuva, e a de alta condutividade elétrica (CEa de 3,0 dS m<sup>-1</sup>) foi preparada pela adição de sais de NaCl, CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O e MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>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 das trocas gasosas das plantas de aceroleira, aos 45 (FV), 150 (FFL) e aos 285 (FFR) dias após aplicação dos níveis de salinidade, utilizou-se do equipamento portátil de medição de fotossíntese “LCPro+” da ADC Bio Scientific Ltda, analisando folhas do terço médio da planta, obtendo-se as seguintes variáveis: Taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> -  $A$  ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), transpiração -  $E$  ( $\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), condutância estomática -  $g_s$  ( $\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e concentração interna de CO<sub>2</sub> ( $C_i$ ) na terceira folha contada a partir do ápice. De posse desses dados, foram quantificadas a eficiência instantânea no uso da água -  $E_iUA$  ( $A/T$ ) [ $(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$ ] e a eficiência instantânea da carboxilação -  $A/C_i$  ( $E_iC_i$ ) (Sá et al., 2019).

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 interações significativa entre os tratamentos e as fases fenológicas da aceroleira para  $C_i$ ,  $A$  e  $E_iC_i$  (Tabela 2). Na fase vegetativa há diferença para  $A$ , sendo o tratamento T1 (controle) superior aos tratamentos salinos, independente da adubação, todavia, na fase de floração, apenas o tratamento T<sub>5</sub> diferiu do T<sub>1</sub>, com  $A$  reduzida em 50% (Tabela 1). Na fase de frutificação não houve diferença entre os tratamentos, indicando que ao longo ciclo de cultivo houve aclimação das plantas ao estresse salino, com exceção do T<sub>2</sub> que obteve os menores valores de  $A$  na fase de frutificação (Tabela 2).

Os maiores valores de  $C_i$  são observadas na fase vegetativa, corroborando com as menores taxas fotossintéticas e baixa eficiência instantânea da carboxilação, nos tratamentos que receberam salinidade (Tabela 2). Nas fases de floração e frutificação os valores de  $C_i$  são menores em relação aos da fase vegetativa, em prol do aumento da fotossíntese e eficiência de carboxilação, indicando maior atividade da enzima Ribulose 1,5 Bisfosfato Carboxilase Oxigenase (RuBisCO) (Sá et al., 2019), com o desenvolvimento das plantas, e melhor aclimação a condição de irrigação com água de alta salinidade.

Em função da evolução das fases fenológicas todos os tratamentos tendem aumentar a  $A$  e  $E_iC_i$ , com exceção do T<sub>2</sub>, que recebe a recomendação de adubação da cultura sob irrigação com água salina. No T<sub>2</sub>, inicialmente ocorre baixos índices de  $A$  e  $E_iC_i$  na fase vegetativa,

esses índices aumentam duplicam na fase de floração e voltam a cair na fase de frutificação (Tabela 2), desempenhando assim seu maior potencial fisiológico na fase de floração, garantindo a perpetuação da espécie, e posteriormente reduz o potencial fotossintético novamente para manutenção de energia.

**Tabela 2.** Teste 'F' e teste de comparação de médias Tukey para concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci), taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (A) e eficiência instantânea da carboxilação (EiCi) de plantas de aceroleira sob estresse salino e manejo de adubação com proporções de P/N, em diferentes fases fenológicas.

FV	GL	Pr>Fc		
		Ci	A <sup>#</sup>	EiCi
Bloco	2	0,6655 <sup>NS</sup>	0,1521 <sup>NS</sup>	0,4064 <sup>NS</sup>
Tratamentos (Trat)	4	0,1053 <sup>NS</sup>	0,0019**	0,0007**
Fases	2	0,0007**	0,0008**	0,0003**
Trat x Fases	8	0,0119**	0,0024**	0,0008**
Erro	28	-	-	-
Coeficiente de variação (%)		16,49	12,08	15,14
Teste de Médias				
Fases Fenológicas	Tratamentos	Ci	A	EiCi
Vegetativa	T1	227,0 abA	4,55 aA	0,020 aA
	T2	240,0 abA	2,10 bB	0,009 abB
	T3	166,0 bA	2,54 bA	0,015 abA
	T4	270,3 aA	1,86 bB	0,007 bB
	T5	232,3 abA	2,20 bAB	0,010 abA
Floração	T1	127,3 bB	3,76 abA	0,031 aA
	T2	152,3 abB	4,32 aA	0,029 aA
	T3	184,0 abA	2,54 abA	0,014 bA
	T4	191,0 abB	2,68 abAB	0,014 bAB
	T5	217,3 aA	1,88 bB	0,010 bA
Frutificação	T1	192,3 aAB	4,21 aA	0,022 aA
	T2	235,0 aA	2,66 aB	0,012 aB
	T3	212,7 aA	4,19 aA	0,020 aA
	T4	181,7 aB	4,11 aA	0,023 aA
	T5	203,0 aA	3,78 aA	0,019 aA

\*\* , \* 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. Letras maiúsculas (fases fenológicas) e minúsculas (tratamento) iguais na coluna não diferem perante o teste de Tukey ao nível de 5%.

Os tratamentos foram significativos para *gs*, as fases fenológicas influenciaram significativamente a *E* e *gs*. A *EiUA* não foi influenciada pelos fatores estudados (Tabela 2). Os maiores valores de *E* foram observados na fase de frutificação, seguida da floração e vegetativa, indicando aumento do consumo de água em função do desenvolvimento das plantas, independente da salinidade (Tabela 3).

A *gs* foi menor na fase de floração em relação as fases vegetativa e frutificação, as quais não diferiram entre si. No T<sub>5</sub> houve menor *gs* em relação aos demais tratamentos, porém a redução na condutância estomática não afetou *E*, *EiUA*, *Ci* (Tabelas 2 e 3). Assim, o baixo valor de *A* em T<sub>5</sub> na fase de floração (Tabela 2), não estão relacionados a efeitos de ordem

estomática, e sim a baixa eficiência da carboxilação, provavelmente pela falta de poder redutor (ATP e NADPH) para a regeneração da RuBisCO (Lima et al., 2015; Sá et al., 2019).

**Tabela 3.** Teste ‘F’ e teste de comparação de médias Tukey para transpiração (*E*), condutância estomática (*g<sub>s</sub>*) e eficiência instantânea no uso da água (*E<sub>i</sub>UA*) de plantas de aceroleira sob estresse salino e manejo de adubação com proporções de P/N, em diferentes fases fenológicas.

FV	GL	Pr>Fc		
		E <sup>#</sup>	g <sub>s</sub> <sup>#</sup>	E <sub>i</sub> UA <sup>#</sup>
Bloco	2	0,5117 <sup>NS</sup>	0,3310 <sup>NS</sup>	0,0174*
Tratamentos (Trat)	4	0,1505 <sup>NS</sup>	0,0363*	0,1556 <sup>NS</sup>
Fases	2	0,0018**	0,0094**	0,5759 <sup>NS</sup>
Trat x Fases	8	0,6058 <sup>NS</sup>	0,4431 <sup>NS</sup>	0,0848 <sup>NS</sup>
Erro	28	-	-	-
Coeficiente de variação (%)		13,19	16,63	11,93
Teste de Médias				
Tratamentos	T1	0,83 a	0,041 a	5,42 a
	T2	0,73 a	0,032 ab	4,33 a
	T3	0,66 a	0,029 ab	4,85 a
	T4	0,67 a	0,030 ab	4,21 a
	T5	0,58 a	0,025 b	4,43 a
Fases Fenológicas	Vegetativa	0,58 C	0,030 AB	4,43 A
	Floração	0,64 B	0,026 B	4,81 A
	Frutificação	0,85 A	0,039 A	4,70 A

\*\* , \* 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. Letras maiúsculas (fases fenológicas) e minúsculas (tratamento) iguais na coluna não diferem perante o teste de Tukey ao nível de 5%.

## CONCLUSÕES

Não ocorre aclimatação ao estresse salino em nenhuma fase fenológica, das plantas de aceroleira que não recebem aumento incrementos na adubação.

O incremento de 40% na recomendação de nitrogênio e/ou fósforo mitigam os efeitos da salinidade sobre as trocas gasosas da aceroleira, principalmente na fase de frutificação.

## 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).

ESASHIKA, T.; OLIVEIRA, L. A.; 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.

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, p.469-472, 2003.

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. p.47-52.

SÁ, F. V. S.; GHEYI, H. R.; LIMA, G. S.; PAIVA, E. P.; SILVA, L. A.; MOREIRA, R. C. L.; FERNANDES, P. D.; DIAS, A. S. Ecophysiology of West Indian Cherry irrigated with saline water under phosphorus and nitrogen doses. **Bioscience Journal**, v.35, p.211-221, 2019.