

PIGMENTOS CLOROPLASTÍDICOS DA ACEROLEIRA IRRIGADA COM ÁGUAS SALINAS SOB ADUBAÇÃO COMBINADA DE POTÁSSIO-FÓSFORO

Adaan Sudario Dias¹, Geovani Soares de Lima², Guilherme de Freitas Furtadoa³, Hans Haj Gheyi⁴, Francisco Vanieis da Silva Sá⁵, Rômulo Carantino Lucena Moreira¹

RESUMO: Objetivou-se com esta pesquisa avaliar os pigmentos cloroplastídicos da aceroleira cv. BRS 366 Jaburu cultivada com águas salinas e adubação combinada de potássio-fósforo no segundo ano de cultivo. A pesquisa foi realizada em ambiente protegido, em lisímetros preenchidos com um Neossolo Regolítico, de textura franco-argilosa. Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados, em esquema fatorial 5x4 com três repetições, sendo cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,6; 1,4; 2,2; 3,0 e 3,8 dS m⁻¹), e quatro proporções combinadas de potássio e fósforo (100:100; 85:85; 60:60 e 45:45% sendo a recomendação de 100/100% correspondente a 200 g de K₂O e 120 g de P₂O₅ por planta para a cultura no segundo ano de cultivo). A fornecimento combinado de potássio e fosforo de 60/60% da recomendação promoveu incremento na biossíntese de clorofila *a*, *b* e total nas plantas de aceroleira irrigadas com CEa de 0,6; 3,0 e 3,8 dS m⁻¹, respectivamente. O aumento na salinidade da água de irrigação de 0,6 para 3,8 dS m⁻¹ reduziu o teor de carotenóides da aceroleira.

PALAVRAS-CHAVE: *Malpighia emarginata*, Salinidade, Fertilização.

CHLOROPLASIDIC PIGMENTS OF THE IRRIGATED WEST INDIAN CHERRY WITH SALINE WATERS UNDER COMBINED POTASSIUM AND PHOSPHORUS FERTILIZATION

ABSTRACT: It was aimed of this research was to evaluate the interaction of combined potassium and phosphorus combined fertilization with irrigation using saline waters on the photosynthetic pigments of the West Indian cherry cv. BRS 366 Jaburu in the second year of

¹Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, PB. Fone (83) 982197359. e-mail: adaansudariodias@gmail.com; romulocarantino@gmail.com.

²Prof. Doutor, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB. e-mail: geovani.soares@pq.cnpq.br;

³Doutor em Engenharia Agrícola, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB. e-mail: gfreitasagro@gmail.com.

⁴Prof. Doutor, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, UFRB, Cruz das Almas -BA. e-mail: hgheyi@gmail.com.

⁵ Doutor em Engenharia Agrícola, Pós-doutorando em Manejo de Solo e Água PNP/CAPE/UFERSA, Mossoró, RN. e-mail: vanies_agronomia@hotmail.com

cultivation. The research was carried out in a protected environment, in lysimeters filled with an eutrophic Regolithic Neosol of clay-loamy texture. The treatments were distributed in randomized blocks, in a 5 x 4 factorial scheme with three replications, with five levels of electrical conductivity of irrigation water - EC_w (0.6, 1.4, 2.2, 3.0 and 3.8 dS m⁻¹) and four combined proportions of potassium and phosphorus (100: 100; 85:85; 60:60 and 45: 45% being the recommendation of 100: 100% corresponding to 200 g K₂O and 120 g P₂O₅ per plant) for the crop in the second year of cultivation). The combined supply of potassium and phosphorus in the proportion of 60/60% of the recommendation promotes the highest values of chlorophyll *a*, chlorophyll *b* and total chlorophyll in the plants of cherry plants irrigated with EC_w of 0.6; 3.0 and 3.8 dS m⁻¹, respectively. The increment the salinity of irrigation water reduces the carotenoid content of the west indian cherry.

KEYWORDS: *Malpighia emarginata*, Salinity, Fertilization

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor, consumidor e exportador de acerola no mundo, sendo encontrados plantios comerciais em praticamente todos os estados brasileiros, destacando-se a região Nordeste, por suas condições de solo e clima, onde a acerola melhor se adapta. Nesta região, a produção de acerola chega a aproximadamente 23 toneladas, em uma área de 7 ha (CAETANO, 2010).

No Nordeste, o cultivo desta fruteira torna-se uma alternativa promissora na geração e diversificação de renda, possuindo boas perspectivas para o mercado fruticultor. Entretanto, apesar da boa adaptabilidade da acerola, o semiárido brasileiro, comumente, apresenta concentrações de sais elevadas, especialmente o sódio em seus reservatórios (SOUZA et al., 2017). A irrigação das plantas com águas salinas prejudica os processos fisiológicos, bioquímicos, moleculares e morfológicos, resultando em modificações nas rotas de biossíntese dos pigmentos fotossintéticos (SILVA et al., 2016).

Assim, o adequado manejo da adubação tem se destacado como ferramenta capaz de viabilizar o uso de águas salinas, pois, o emprego de fertilizantes favorece a aquisição de nutrientes essenciais às plantas e reduz a absorção de íons tóxicos por inibição competitiva em condições de salinidade (SILVA et al., 2011) bem como proporcionam aumento das relações N:Na, K:Na e P:Na nas folhas reduzindo assim a toxicidade do sódio e cloreto nas plantas.

Dessa forma, objetivou-se com esta pesquisa avaliar os pigmentos cloroplastídicos da aceroleira cv. BRS 366 Jaburu cultivada com águas salinas e a interação da adubação combinada de potássio-fósforo no segundo ano de cultivo.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em condições de casa-de-vegetação, no período de janeiro de 2018 a janeiro de 2019, no Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande (CTRN/UFCG), localizada no município de Campina Grande, PB, situado pelas coordenadas geográficas locais 7° 15' 18'' latitude S, 35° 52' 28'' de longitude W e altitude de 550 m. Utilizou-se a cv. BRS 366-Jaburu, enxertada em um porta-enxerto "Criolo", o qual foi obtido do jardim clone da Embrapa Agroindústria Tropical, em Pacajus, CE.

O experimento foi desenvolvido em delineamento experimental de blocos casualizados, com três repetições, usando o arranjo fatorial 5 x 4 cujos tratamentos consistiram de cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,6; 1,4; 2,2; 3,0 e 3,8 dS m⁻¹) e quatro proporções combinadas de potássio e fósforo (100/100; 85/85; 60/60 e 45/45% da recomendação para cultura no segundo ano de cultivo). A combinação referente a 100/100% corresponde 200 g/planta de K₂O e 120 g/planta de P₂O₅ (CAVALCANTI, 2008).

As águas de irrigação nos respectivos valores de condutividade elétrica foram preparadas dissolvendo-se os sais NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O, na proporção equivalente de 7:2:1, entre Na⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺, respectivamente, em água de abastecimento (CEa = 0,4 dS m⁻¹) no município de Campina Grande, PB. Os eventos de irrigação com águas salinizadas foram realizados adotando-se um turno de rega de 3 dias, aplicando-se em cada lisímetro um volume de água de forma a manter a umidade do solo próximo à capacidade de campo, sendo o volume a ser aplicado determinado a cada 15 dias de acordo com a necessidade hídrica das plantas mediante balanço hídrico (volume aplicado menos o volume drenado). Visando evitar o acúmulo de sais na zona radicular, a cada 30 dias foram realizadas lavagens mantendo fração de lixiviação equivalente a 0,10 (AYERS & WESTCOT, 1999).

Para condução do experimento foram usados vasos plásticos adaptados como lisímetros de drenagem, com capacidade de 250 litros, preenchidos com uma camada de 1,0 kg de brita seguido de 235 kg de solo classificado como Neossolo Regolítico de textura franco-argilosa coletado na profundidade de 0-30 cm, procedente do município de Esperança-PB, do qual fora retirada amostra e, após destorroada, a mesma foi analisada para a caracterização do solo quanto

aos atributos físico-químicos (Tabela 1) conforme metodologias propostas por Donagema et al. (2011).

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

Características químicas									
pH (H ₂ O) (1:2,5)	M.O dag kg ⁻¹	P (mg kg ⁻¹)	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺ + Al ³⁺	PST %	CEes (dS m ⁻¹)
5,63	1,830	18,20	0,21	0,17	3,49	2,99	5,81	2,48	0,61
Características físicas									
Fração granulométrica (g kg ⁻¹)			Classe textural	Umidade (kPa)		AD	Porosidade total m ³ m ⁻³	Ds	Dp
Areia	Silte	Argila							
573	101	326	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; Al³⁺ e (H⁺ + Al³⁺) extraídos utilizando-se CaOAc 1 mol L⁻¹ pH 7,0; CEes – condutividade elétrica do extrato de saturação do solo; FA – Franco Argiloso; AD – Água disponível; DA- Densidade do solo; DP- Densidade de partículas

Avaliaram-se os efeitos dos distintos níveis salinos e da adubação combinada de potássio e fósforo sob os teores de pigmentos cloroplastídicos através da quantificação dos teores de clorofila *a*, *b*, total e carotenoides conforme metodologia proposta por Arnon (1949).

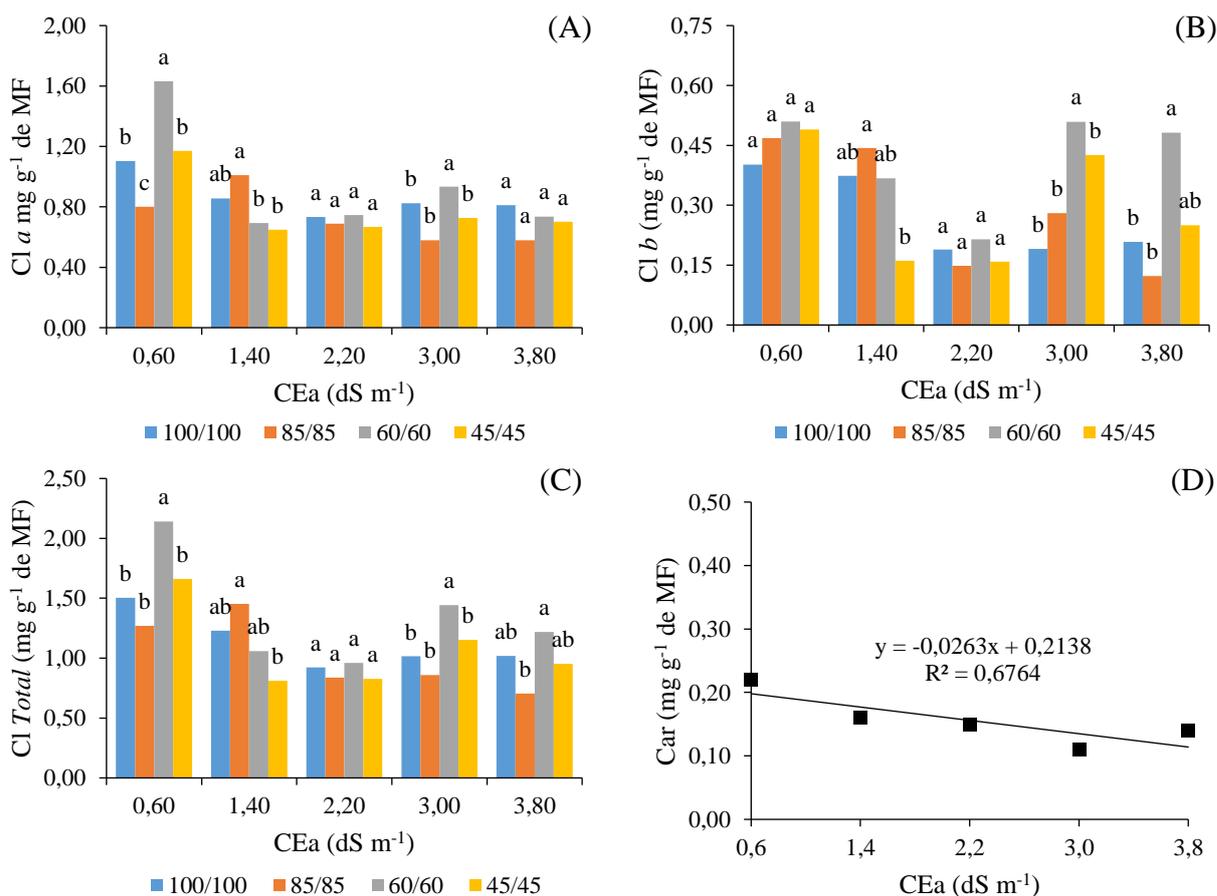
Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste ‘F’, quando significativo, foi realizada a análise de regressão polinomial para o fator níveis de salinidades da água e o teste de comparação de médias (Tukey em nível de p≤0,05 de probabilidade) para as combinações de potássio e fósforo, utilizando-se do software estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme o teste de comparação de médias (Figura 1A) observa-se que a aplicação combinada de 60/60 de K₂O/P₂O₅ promoveu os maiores teores de clorofila *a* quando as plantas foram irrigadas com água de 0,6 e 3,0 dS m⁻¹, obtendo os valores, respectivamente de 1,632 e 0,934 mg g⁻¹ de MF. As plantas que foram irrigadas com água de CEa 1,4 dS m⁻¹ obtiveram os maiores valores de clorofila *a* (1,010 mg g⁻¹ MF) quando foram adubadas com 85/85% da recomendação de adubação. Não se observou, entretanto, diferença significativa entre as combinações de K₂O/P₂O₅ nos demais níveis salinos (Figura 1A).

Com relação a clorofila *b* (Figura 1B), observa-se diferença significativa entre combinações de K₂O/P₂O₅ para as plantas sob CEa de 1,4; 3,0 e 3,8 dS m⁻¹. Para as plantas que

foram irrigadas com 1,4 dS m⁻¹ observa-se maior teor de Cl *b* (0,443 mg g⁻¹ MF) quando as plantas foram adubadas proporção 85/85% da recomendação de potássio e fósforo, contudo, não diferiu-se estatisticamente das combinações 100/100 e 60/60%. Entretanto, quando as plantas foram irrigadas com água de CEa 3,0 e 3,8 dS m⁻¹ observaram-se os maiores teores de Cl *b* (0,509 e 0,482 mg g⁻¹ MF respectivamente) quando estas foram adubadas com 60/60% da combinação de K₂O/P₂O₅ (Figura 1B).



Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre as combinações de adubação pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). **Figura 1.** Desdobramento da interação entre os tratamentos para teor de clorofila *a* - Cl *a* (A); clorofila *b* - Cl *b* (B); clorofila total - Cl total (C) e teor de carotenoides - Car (D) em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa das plantas de aceroleira cv. BRS 366 Jaburu, no segundo ano de cultivo, em Campina Grande-PB.

O teor de clorofila total (Cl total) teve comportamento semelhante aos teores de Cl *a* e Cl *b*, em que não se observa diferença significativa entre as combinações de K₂O/P₂O₅ apenas para o nível de 2,2 dS m⁻¹. Para as plantas que foram irrigadas com água de CEa de 0,6; 3,0 e 3,8 dS m⁻¹, observam-se os maiores teores de Cl total (respectivamente 2,14; 1,44 e 1,20 mg g⁻¹ MF) quando estas foram cultivadas com 60/60% da recomendação para potássio e fósforo. Em se tratando das plantas que foram irrigadas com água de CEa 1,4 dS m⁻¹ nota-se o maior teor Cl total igual a 1,453 mg g⁻¹ MF quando as plantas foram fertilizadas com 85/85% de K₂O/P₂O₅, não diferindo das combinações de 100/100% e 60/60% (Figura 1C).

De forma geral, observa-se que em condições de maior CEa (3,0 e 3,8 dS m⁻¹) a combinação 60/60% de potássio e fósforo foi capaz de atenuar os efeitos deletérios do estresse salino com base nos valores obtidos de Cl *a*, Cl *b* e Cl *total*, provavelmente em virtude de sua função nutricional destes elementos. O fósforo possui papel relevante nos processos metabólicos constituídos pela síntese de ATP. Já o potássio funciona principalmente como ativador enzimático no processo de absorção iônica, além da regulação osmótica da planta (TAIZ & ZEIGER, 2013). Além disso, verifica-se que a aplicação das doses 100/100% e 85/85% promoveram teores de clorofila inferiores aos observados com a dose de 60/60% nos maiores níveis de CEa.

Nessas condições, provavelmente o excesso de potássio pode ter inibido e/ou limitado a absorção do magnésio, o qual é componente da molécula de clorofila. Por outro lado, a dose de 45/45% pode ter limitado a absorção de nitrogênio, isso porque o fósforo e nitrogênio interagem de forma sinérgica. Pinheiro et al. (2019) verificaram que o aumento na dose de potássio até 125% (24,75 g/planta) da recomendação promove incremento na síntese de clorofila *a* e 71% (14,06 g/planta) a clorofila *b* da aceroleira cv. BRS 366 Jaburu. Segundo Sá et al. (2019) a adubação com 140% da recomendação de fósforo e nitrogênio minimiza o efeito deletério da salinidade sobre a produção de aceroleira irrigado com água de até 3,0 dS m⁻¹.

O incremento dos níveis de CEa da água de irrigação promoveu redução linear do teor de carotenóides da aceroleira conforme a equação de regressão, apresentando um decréscimo de 10,63% por incremento unitário da CEa, ou seja, as plantas quando irrigadas com água de 3,8 dS m⁻¹ tiveram uma diminuição de 36,36% em relação às plantas que receberam água de 0,6 dS m⁻¹ (Figura 1D). Tais resultados podem estar relacionados, ao fato de o estresse salino induzir a degradação de β - caroteno, que causa redução no conteúdo de carotenóides que são componentes integrados das membranas dos tilacóides, atuantes na absorção e na transferência de luz para a clorofila (SHARMA & HALL, 1991). Dias et al. (2019) observaram redução no teor de carotenóides com o incremento da salinidade da água de irrigação em aceroleira.

CONCLUSÕES

A fornecimento combinado de potássio e fósforo de 60/60% da recomendação promove aumento na biossíntese de clorofila *a*, *b* e clorofila *total* nas plantas de aceroleira irrigadas com CEa de 0,6; 3,0 e 3,8 dS m⁻¹, respectivamente.

O incremento na salinidade da água de irrigação reduz o teor de carotenóides da aceroleira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARNON, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts: polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, v.24, n. 1, p.1-15, 1949
- AYERS, R. S., WESTCOT, D. W. A qualidade de água na agricultura. 2. ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. (FAO Irrigação e Drenagem, 29).
- CAETANO, P. K. Processamento tecnológico e avaliação energética de geleia de acerola. Botucatu: UNESP. 2010. 96p. Dissertação de Mestrado.
- CAVALCANTI, F. J. de A. Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2. aproximação. 2.ed. rev. Recife: IPA, 2008. 212 p.
- DIAS, A. S.; LIMA, G. S.; PINHEIRO, F. W. A.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A. Gas exchanges, quantum yield and photosynthetic pigments of west indian cherry under salt stress and potassium fertilization. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 2, p. 429–439, 2019.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.
- PINHEIRO, F. W. A.; LIMA, G. S.; GHEYI, H. R.; DIAS, A. S.; MOREIRA, R. C. L.; NOBRE, R.G.; SOARES, L.A.A. saline water and potassium fertilization in cultivation of grafted West Indian cherry ‘BRS 366 Jaburu’. **Bioscience. Journal**, v.35, n.1, p.187-198, 2019.
- SÁ, F. V. S.; GHEYI, H. R.; LIMA, G. S.; PAIVA, E. P.; SILVA, L. A. Ecophysiology of West Indian cherry irrigated with saline water under phosphorus and nitrogen doses. **Bioscience. Journal**, v. 35, n. 1, p. 211-221, 2019.
- SHARMA, P. K.; HALL, D. O. Interaction of salt stress and photoinhibition on photosynthesis in barley and sorghum. **Journal of Plant Physiology**, v. 138, n. 5, p. 614-619, 1991.
- SILVA, A. R. A.; BEZERRA, F. M. L.; LACERDA, C. F.; SOUSA, C. H. C.; CHAGAS, K. L. Pigmentos fotossintéticos e potencial hídrico foliar em plantas jovens de coqueiro sob estresses hídrico e salino. **Revista Agro@ambiente**, v. 10, n. 4, p. 317-325, 2016.
- SILVA, E. N.; RIBEIRO, R. V.; FERREIRA-SILVA, S. L.; VIÉGAS, R. A.; SILVEIRA, J. A. G. Salt stress induced damages on the photosynthesis of physic nut young plants. **Scientia Agrícola**. v. 68, n. 1, p. 62-68, 2011.

Adaan Sudario Dias et al.

SOUZA, L. P.; NOBRE, R. G.; SILVA, E. M.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A.; Produção de porta-enxerto de goiabeira cultivado com águas de diferentes salinidades e doses de nitrogênio. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 4, p. 596-604, 2017.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 5. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2013. 954 p.