

DANO CELULAR E PIGMENTOS FOTOSINTÉTICOS DO MARACUJAZEIRO-AZEDO EM FUNÇÃO DA NATUREZA CATIÔNICA DA ÁGUA

**GEOVANI SOARES DE LIMA¹; WESLEY BRUNO BELO DE SOUZA²;
LAURIANE ALMEIDA DOS ANJOS SOARES³; FRANCISCO WESLEY ALVES
PINHEIRO⁴; HANS RAJ GHEYI⁵ E VALESKA KAROLINI NUNES OLIVEIRA⁶**

¹ Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Rua Aprígio Veloso, 882 - Universitário, Campina Grande, PB, Brasil. E-mail: geovani.soares@pq.cnpq.br.

² Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Rua Jario Vieira Feitosa, 1770, Bairro dos Pereiros, Pombal, PB, Brasil. E-mail: wesleybruno96@hotmail.com.

³ Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Rua Jario Vieira Feitosa, 1770, Bairro dos Pereiros, Pombal, PB, Brasil. E-mail: lauriane.soares@pq.cnpq.br.

⁴ Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Rua Aprígio Veloso, 882 - Universitário, Campina Grande, PB, Brasil. E-mail: wesley.ce@hotmail.com.

⁵ Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Rua Aprígio Veloso, 882 - Universitário, Campina Grande, PB, Brasil. E-mail: hgheyi@gmail.com.

⁶ Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Rua Jario Vieira Feitosa, 1770, Bairro dos Pereiros, Pombal, PB, Brasil. E-mail: valeska.karoline2015@gmail.com.

1 RESUMO

Este trabalho teve como objetivo de avaliar o dano celular e os teores de pigmentos fotossintéticos do maracujazeiro-azedo em função da natureza catiônica da água de irrigação. O experimento foi desenvolvido sob condições de casa-de-vegetação em Pombal-PB. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, sendo os tratamentos constituídos de seis natureza catiônica da água (S₁-Testemunha; S₂ - Na⁺; S₃ - Ca²⁺; S₄ - Na⁺ + Ca²⁺; S₅ - Mg²⁺ e S₆ - Na⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺), distribuídos em delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições, sendo a parcela constituída de duas plantas. As plantas do tratamento testemunha (S₁) foram irrigadas com água de condutividade elétrica (CEa) de 0,3 dS m⁻¹ e as demais (S₂; S₃; S₄; S₅ e S₆) foram cultivadas com CEa de 3,0 dS m⁻¹. A irrigação com água de composição Na⁺ e Na⁺ + Ca²⁺ resultou em maior dano celular nos tecidos foliares. A síntese de clorofila *a* foi inibida pela salinidade de natureza Mg²⁺ e Na⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺. A salinidade da água afetou negativamente os teores de clorofila *b* do maracujazeiro-azedo. O uso de água com composição sódica induziu aumento na síntese de carotenoides em plantas de maracujazeiro-azedo.

Palavras-chave: *Passiflora edulis Sims*, estresse salino, semiárido.

**LIMA, G. S. de; SOUZA, W. B. B. de; SOARES, L. A. dos A.; PINHEIRO, F. W. A.;
GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, V. K. N.**

**CELL DAMAGE AND PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS OF THE SOUR PASSION
FRUIT IN FUNCTION OF THE CATIONIC NATURE OF WATER**

2 ABSTRACT

This study had the objective of evaluating the cellular damage and the levels of photosynthetic pigments of the sour passion fruit in function of the cationic nature of the irrigation water. The experiment was conducted under greenhouse conditions in Pombal -PB. The experimental design was randomized blocks, with treatments consisting of six cationic nature of water (S1 - Control; S2 - Na⁺; S3 - Ca²⁺; S4 - Na⁺ Ca²⁺; S5 - Mg²⁺ and S6 - Na⁺ Ca²⁺ Mg²⁺), distributed in a randomized block design with four replications, and each plot consisting of two plants. The plants of the control treatment (S1) were irrigated with water of electrical conductivity (EC_w) of 0.3 dS m⁻¹ while those of the other (S2; S3; S4; S5 and S6) were cultivated with EC_w of 3.0 dS m⁻¹. Irrigation with Na⁺ and Na⁺ Ca²⁺ water resulted in greater cellular damage in the leaf tissues. The synthesis of chlorophyll a was inhibited by salinity of Mg²⁺ and Na⁺ Ca²⁺ Mg²⁺. The salinity of the water negatively affected the chlorophyll b content of the sour passion fruit. The use of water with sodium composition induced an increase in the synthesis of carotenoids in sour passion fruit plants.

Keywords: *Passiflora edulis* Sims, saline stress, semiarid.

3 INTRODUÇÃO

Pertencente à família Passiflora, o maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis* Sims) é uma frutífera tropical cultivada em pequenas propriedades, a maioria com pomares de 3 a 5 hectares (MELETTI, 2011). Seu fruto possui compostos bioativos como compostos fenólicos, flavonoides, carotenoides e provitamina A, cujas propriedades são benéficas à saúde e têm sido relacionados à redução do risco de doenças degenerativas (DINIZ; ASTARITA; SANTAREM, 2007).

O semiárido do Nordeste brasileiro possui condições edafoclimáticas propícias para o cultivo de maracujazeiro-azedo. Contudo, nessa região é comum a ocorrência de fontes hídricas com altas concentrações de sais. Além disso, as águas possuem variações na composição catiônica e/ou aniônica.

Os efeitos osmóticos e específicos dos íons podem alterar a estabilidade das membranas celulares e aumentar sua permeabilidade, afetando as funções fisiológicas e bioquímicas das plantas, o que leva a distúrbios nas relações hídricas, alterações na absorção de água e no uso de

nutrientes essenciais (LIMA et al., 2019). Em frutíferas, o excesso de sais na água e/ou no solo causa alterações nos processos metabólicos e fisiológicos das plantas, com reflexos negativos no crescimento inicial das plantas (NASCIMENTO et al., 2017).

Ante o exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar o dano celular e os teores de pigmentos fotossintéticos do maracujazeiro-azedo 'BRS Rubi do Cerrado' em função da natureza catiônica da água de irrigação.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em ambiente protegido (casa de vegetação) do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, em Pombal, Paraíba, PB, nas coordenadas geográficas 6°47'20" de latitude S e 37°48'01" de longitude W, a uma altitude de 194 m.

Os tratamentos foram constituídos de seis natureza catiônica da água - NCA (S₁-Testemunha; S₂ - Na⁺; S₃ - Ca²⁺; S₄ - Na⁺ + Ca²⁺; S₅ - Mg²⁺ e S₆ - Na⁺ + Ca²⁺ +

Mg²⁺), distribuídos em delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições, sendo a parcela constituída de duas plantas, totalizando 48 parcelas experimentais. Salienta-se que as plantas do tratamento testemunha (S₁) foram irrigadas com água de condutividade elétrica (CEa) de 0,3 dS m⁻¹ e os demais tipos de água (S₂; S₃; S₄; S₅ e S₆) foram mantidos com CEa de 3,0 dS m⁻¹. Empregou-se, para o preparo das águas Na⁺+ Ca²⁺ e Na⁺+ Ca²⁺+ Mg²⁺, uma proporção equivalente de 1:1 entre Na:Ca e 7:2:1, entre Na:Ca:Mg, respectivamente.

Para a formação das mudas de maracujazeiro-azedo 'BRS Rubi do Cerrado' foi realizado o semeio colocando-se 2 sementes em recipientes de polietileno com dimensões de 15 x 30 cm, preenchidas com 4 kg de substrato contendo uma proporção de 2:1:1 (base volume) de um *Neossolo Regolítico* de textura franco-arenosa (profundidade 0-20 cm), areia e matéria orgânica (esterco bovino bem curtido), proveniente da zona rural do município de São Domingos, PB,. As sacolas foram distribuídas de forma equidistante, apoiados em bancadas a uma altura de 0,80 m do solo.

As águas de irrigação foram preparadas mediante adição do(s) sais de Na⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ em forma de cloreto, tomando-se, como base, a água proveniente do sistema de abastecimento local (Pombal-PB), sendo a quantidade de sais foi determinada considerando-se a relação entre CEa e concentração de sais, extraída de Richards (1954), conforme a Eq. 1:

$$Q \text{ (mmolc L}^{-1}\text{)} = 10 \times \text{CEa (dS m}^{-1}\text{)} \quad (1)$$

Em que: Q = Quantidade de sais a ser adicionado (mmolc L⁻¹); CEa = Condutividade elétrica da água (dS m⁻¹)

Antes da semeadura foi determinado o volume de água necessária para o substrato atingir a capacidade de campo. Após o substrato ser previamente elevado a

capacidade de campo, realizou-se a semeadura colocando-se duas sementes de maracujazeiro por sacola, a dois centímetros de profundidade e distribuídas de forma equidistante. Dez dias após a semeadura (DAS) foi realizado um desbaste com a finalidade de manter apenas uma planta por sacola.

Após a semeadura, a irrigação foi realizada de forma manual aplicando-se, em cada recipiente, o volume de água correspondente ao obtido pelo balanço de água, considerando o volume de água aplicada às plantas na irrigação anterior e drenada, e uma fração de lixiviação de 0,20, a fim de controlar a acumulação excessiva dos sais na zona radicular.

As adubações foram realizadas em cobertura, conforme recomendação de adubação para ensaios em vasos, contida em Novais, Neves e Barros (1991), colocando-se as quantidades de 100, 150 e 300 mg kg⁻¹ de solo de nitrogênio, potássio (K₂O) e fósforo (P₂O₅), respectivamente, aos 15 e 30 dias após a semeadura (DAS). Para atender a necessidade de micronutriente foram realizados pulverizações foliares com solução contendo 1,5 g L⁻¹ de Ubyfol, aos 10, 20, 30 e 40 DAS.

Aos 60 dias após o semeio (DAS) avaliaram-se a percentagem de danos celular (%D), os teores de clorofila *a* (Cl *a*), *b* (Cl *b*) e carotenoides (Car). Para determinar o percentual de dano na membrana utilizaram-se 10 discos foliares acondicionados em beakers, com 50 mL de água destilada e fechados hermeticamente. As amostras foram mantidas em temperatura de 25 °C, por 90 minutos e procedida à condutividade elétrica inicial (Ci); posteriormente, foram conduzidas à estufa com ventilação forçada de ar e submetidas à temperatura de 80 °C, durante 90 minutos, quando então foi procedida novamente a mensuração da condutividade elétrica final (Cf). O %D foi obtido de

acordo com Scotti-Campos et al. (2013), de acordo com a Eq. 2:

$$\%D = \frac{C_i}{C_f} \times 100 \quad (2)$$

Em que: %D = percentual de danos na membrana celular; C_i = condutividade elétrica inicial (dS m^{-1}); C_f = condutividade elétrica final (dS m^{-1}).

Os teores de clorofila e carotenóides foram quantificados por meio do espectrofotômetro em comprimento de onda de absorvância (ABS) de 470, 646, e 663 nm, de acordo com a metodologia descrita por Arnon (1949), conforme Eq. 3, 4 e 5:

$$Cl\ a = 12,21\ \text{ABS}663 - 2,81\ \text{ABS}646 \quad (3)$$

$$Cl\ b = 20,13\ \text{A}646 - 5,03\ \text{ABS}663 \quad (4)$$

$$\text{Car} = \frac{1000\ \text{ABS}470 - 1,82\ Cl\ a - 85,02\ Cl\ b}{198} \quad (5)$$

Em que: $Cl\ a$ = Clorofila *a* (mg g^{-1} de matéria fresca - MF); $Cl\ b$ = Clorofila *b* (mg g^{-1} MF); Car = Carotenóides totais (mg g^{-1} MF).

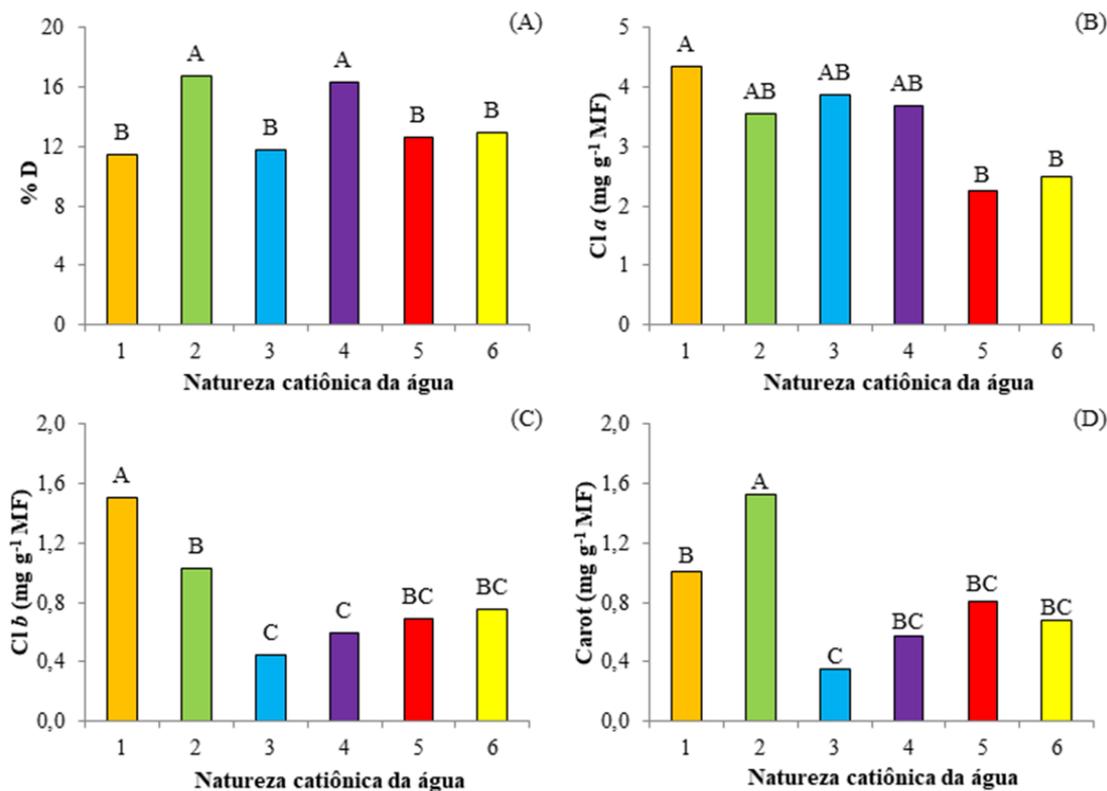
Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste F. Nos casos de significância, foi realizado teste de comparação de médias (Tukey, $p < 0,05$) para a natureza catiônica da água de irrigação, utilizando-se do software estatístico SISVAR-ESAL versão 5.6 (FERREIRA, 2014).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A percentagem de dano celular nos tecidos foliares das plantas de maracujazeiro-azedo irrigadas com água de composição Na^+ (S_2) e $\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+}$ (S_4) foi superior estatisticamente ao das que foram submetidas à irrigação com água de baixa condutividade elétrica (Testemunha) e constituída de Ca^{2+} (S_3), Mg^{2+} (S_5) e $\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ (S_6). Comparando-se a %D das plantas cultivadas sob baixa condutividade elétrica da água (Test), Ca^{2+} (S_3), Mg^{2+} (S_5) e $\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ (S_6), verifica-se ausência de efeito significativo entre si. Sob condições de estresse salino, o aumento na percentagem de dano nos tecidos foliares pode estar relacionado ao efluxo de K^+ , que é abundante nas células vegetais (DEMIDCHIK et al., 2014).

Os teores de clorofila *a* das plantas de maracujazeiro-azedo irrigadas com água de composição Mg^{2+} (S_5) e $\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ (S_6) foram inferiores aos teores de clorofila das plantas submetidas aos demais tratamentos (Test., Na^+ ; Ca^{2+} e $\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+}$). Ao comparar os teores de $Cl\ a$ das plantas submetidas à irrigação com água constituída de Na^+ , Ca^{2+} , $\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+}$; 5 - Mg^{2+} ; 6 - $\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$, observa-se que não houve diferença significativa entre elas. A inibição na síntese de clorofila em plantas cultivadas sob salinidade pode estar relacionado ao aumento da atividade da clorofilase que atua na degradação da molécula de clorofila. Além disso, em plantas sensíveis ao estresse salino ocorre a degradação de β -caroteno e a diminuição na síntese de zeaxantina (LIMA et al., 2004).

Figura 1. Percentagem de dano celular - % D (A), teores de clorofila *a* – Cl *a* (B) e Cl *b* (C) e carotenóides - Car (D) em maracujazeiro-azedo em função da natureza catiônica da água, aos 60 dias após o semeio 1 - Testemunha; 2 - Na⁺; 3 - Ca²⁺; 4 - Na⁺ + Ca²⁺; 5 - Mg²⁺; 6 - Na⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺. Médias seguidas por letras diferentes apresentam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Tukey (p < 0,05).



Com relação aos teores de clorofila *b*, verifica-se através do teste de comparação de médias (Figura 1C) que as plantas irrigadas com água de baixa condutividade elétrica (Test), se destacaram com o maior teor de Cl *b* em relação às demais composições catiônicas da água (Na⁺; Ca²⁺; Na⁺ + Ca²⁺; Mg²⁺; Na⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺). A diminuição nos teores de clorofila *b* é um reflexo da inibição da síntese do ácido 5-aminolevulínico, molécula precursora da clorofila, ao aumentar a atividade da enzima clorofilase que degrada a clorofila (SACRAMENTO et al., 2014). Para os teores de carotenóides (Figura 1D), nota-se que as plantas irrigadas com água constituída de Na⁺ obtiveram o maior teor de Car, sendo estatisticamente superior aos tratamentos S₁, S₃, S₄, S₅ e S₆.

Destaca-se que o menor teor de Car foi obtido nas plantas irrigadas com água constituída de Ca²⁺, contudo, não diferiram de forma significativa em relação as que foram submetidas aos tratamentos Test, Na⁺ + Ca²⁺; Mg²⁺; Na⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺. De acordo com Lima et al. (2004) os carotenóides são responsáveis por eliminar o oxigênio singlete e minimizar sua formação ao receber o excesso de energia da clorofila excitada. Além disso, estes pigmentos acessórios atuam como protetores da clorofila no tocante à fotooxidação.

6 CONCLUSÕES

A irrigação com água de composição Na^+ e $\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+}$ resulta em maior dano celular nos tecidos foliares do maracujazeiro-azedo. A síntese de clorofila *a* é inibida pela água de natureza Mg^{2+} e $\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$. A salinidade da água afeta negativamente os teores de clorofila *b* do maracujazeiro-azedo, independente da natureza catiônica da água. O uso de água com composição sódica induz ao aumento

na síntese de carotenoides em plantas de maracujazeiro-azedo, aos 60 dias após o transplantio.

7 AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq) pela concessão de auxílio financeiro (Proc. CNPq 429732/2018-0) e bolsa de produtividade em pesquisa (Proc. CNPq 309127/2018-1) ao primeiro autor.

8 REFERÊNCIAS

- ARNON, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts: Polyphenoloxidases in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, Rockville, v. 24, n. 1, p. 1-15, 1949.
- DEMIDCHIK, V.; STRALTSOVA, D.; MEDVEDEV, S. S.; POZHVANOV, G. A.; SOKOLIK A.; YURIN, V. Stress-induced electrolyte leakage: The role of K^+ -permeable channels and involvement in programmed cell death and metabolic adjustment. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 65, n. 5, p. 1259-1270, 2014.
- DINIZ, A. C. B. D.; ASTARITA, L. V.; SANTAREM, E. R. Alteração dos metabólitos secundários em plantas de *Hypericum perforatum* L. (*Hypericaceae*) submetidas à secagem e ao congelamento. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 21, n. 2, p. 443-450, 2007.
- 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.
- LIMA, G. S.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SOARES, L. A. A.; SANTOS, J. B. Cell damage, water status and gas exchanges in castor bean as affected by cationic composition of water. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 32, n. 2, p. 482-492, 2019.
- LIMA, M. G. S.; LOPES, N. F.; BACARIN, M. A.; MENDES, C. R. Efeito do estresse salino sobre a concentração de pigmentos e prolina em folhas de arroz. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 3, p. 335-340, 2004.
- MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, Supl. 1, p. 83-91, 2011.
- NASCIMENTO, E. S.; CAVALCANTE, L. F.; GONDIM, S. C.; SOUZA, J. T. A.; BEZERRA, F. T. C.; BEZERRA, M. A. F. Formação de mudas de maracujazeiro amarelo irrigadas com águas salinas e biofertilizantes de esterco bovino. **Revista Agropecuária Técnica**, Areia, v. 38, n. 1, p. 1-8, 2017.

NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Ensaio em ambiente controlado. *In*: OLIVEIRA, A. J. (ed.) **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília, DF: Embrapa-SEA, 1991. cap. 12, p. 189-253.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: Department of Agriculture, 1954. 160 p.

SACRAMENTO, B. L.; CRUZ, T. S.; SILVA, L. L.; MOTA, K. N. A. B.; AZEVEDO NETO, A. D. Pigmentos e teores de solutos orgânicos em plantas de aguapé sob estresse salino. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 10, n. 18, p. 3344-3354, 2014.

SCOTTI-CAMPOS, P.; PHAM-THI, A. T.; SEMEDO, J. N.; PAIS, I. P.; RAMALHO, J. C.; MATOS, M. C. Physiological responses and membrane integrity in three Vigna genotypes with contrasting drought tolerance. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, Abu Dhabi, v. 25, n. 12, p. 1002-1013, 2013.