

DANO CELULAR E PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS DO MARACUJAZEIRO SOB ESTRATÉGIAS DE MANEJO DA SALINIDADE E POTÁSSIO

Francisco Wesley Alves Pinheiro¹, Geovani Soares de Lima^{2*}, Hans Raj Gheyi^{2*}, Lauriane Almeida dos Anjos Soares³, Sabrina Gomes de Oliveira⁴, Luderlandio de Andrade Silva³

RESUMO: Objetivou -se com este trabalho avaliar os efeitos das estratégias de manejo com águas salinas e doses de potássio sobre os teores de pigmentos fotossintéticos e o dano celular nas plantas maracujazeiro amarelo 'BRS GA1'. A pesquisa foi desenvolvida sob condições de campo em São Domingos, PB, utilizando-se o delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 6 x 2, cujos tratamentos consistiram de seis estratégias de irrigação com águas salinas (SE - irrigação com água de baixa salinidade durante todo ciclo de cultivo ; VE - irrigação com água de alta salinidade na fase vegetativa; FL - de floração; FR - de frutificação; VE/FL - nas fases sucessivas vegetativa/floração; VE/FR - vegetativa/frutificação) e duas doses de potássio (60 e 100% de K₂O da recomendação), com quatro repetições. Utilizaram-se água de elevada salinidade (4,0 dS m⁻¹), intercalada com água de baixa condutividade elétrica (1,3 dS m⁻¹), em diferentes fases fenológicas. As plantas de maracujazeiro submetidas a irrigação com água de 4,0 dS m⁻¹ nas fases vegetativa, vegetativa/floração e vegetativa/frutificação reduziram os teores de clorofila a, b e carotenoide. Houve incremento na percentagem de dano celular no maracujazeiro nas plantas submetidas as estratégias VE/FL e VE/FR. Não houve efeito significativo da interação entre os fatores estratégia de manejo da salinidade e as doses de potássio sobre as variáveis analisadas, aos 198 dias após o transplante.

PALAVRAS-CHAVE: *Passiflora edulis f. flavicarpa*, atenuação, estresse salino

YELLOW PASSION FRUIT SUBMITTED TO IRRIGATION STRATEGIES WITH SALIN WATERS AND POTASSIUM FERTILIZATION

¹Discente do Curso de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, CEP 58429-900, Campina Grande, PB. E-mail: wesley.ce@hotmail.com, luderlandioandrade@gmail.com

²Prof. Doutor, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, CEP 58429-900, Campina Grande, PB. Fone (83) 99945-9864. E-mail: geovani.soares@pq.cnpq.br; hans@pq.cnpq.br.

³Profa Doutora, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Campina Grande, CEP 58840-000, Pombal, PB. E-mail lauriane.soares@pq.cnpq.br.

⁴Discente do Curso de Agronomia, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Campina Grande, CEP 58840-000, Pombal, PB. E-mail: Sabrina.oliveira02@outlook.com.

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the effects of management strategies with saline water and potassium doses on the levels of photosynthetic pigments and cell damage in yellow passion fruit plants 'BRS GA1'. The research was carried out under field conditions in São Domingos, PB, using a randomized block design in a 6 x 2 factorial scheme, whose treatments consisted of six irrigation strategies with saline water (SE - irrigation with low salinity water during whole crop cycle; VE - irrigation with high salinity water in the vegetative phase; FL - flowering; FR - fruiting; VE / FL - in the successive vegetative / flowering phases; VE / FR - vegetative / fruiting -) and two doses potassium (60 and 100% K₂O of the recommendation), with four repetitions. High salinity water (4.0 dS m⁻¹) was used, interspersed with water with low electrical conductivity (1.3 dS m⁻¹), in different phenological phases. The passion fruit plants submitted to irrigation with 4.0 dS m⁻¹ water in the vegetative, vegetative / flowering and vegetative / fruiting phases reduced the levels of chlorophyll a, b and carotenoid. There was an increase in the percentage of cellular damage in passion fruit in plants submitted to VE / FL and VE / FR strategies. There was no significant effect of the interaction between the factors of salinity management strategy and the potassium doses on the analyzed variables, at 198 days after transplantation.

KEYWORDS: *Passiflora edulis f. flavicarpa*, attenuation, salt stress

INTRODUÇÃO

O maracujá-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) pertence à família Passifloraceae e ao gênero *Passiflora*, possui cerca de 150 espécies nativas do Brasil, sendo que em torno de 90% dos pomares desta fruteira são compostos por plantas de maracujá-amarelo (BURLE & FALEIRO, 2017). No Brasil, o rendimento médio do maracujá tem sido em torno de 14 t ha⁻¹ ano⁻¹ (IBGE, 2020), sendo a produção de frutas responsável pela maior parte da renda de muitos países e, no Brasil, terceiro produtor mundial, a área destinada a fruticultura abrange cerca de 3 milhões de hectares, gerando 6,0 milhões de empregos diretos (MALISZEWSKI, 2019).

Estima-se que cerca de 110 milhões de hectares das áreas irrigadas estão em zonas áridas e semiáridas, correspondendo a 40% do total da área irrigada no planeta (SMEDEMA & SHIATI, 2002). Nessas regiões, a salinização do solo é inevitável, principalmente quando não se adota um manejo adequado das práticas de irrigação. A irrigação com água salina, na maioria das vezes, resulta em efeito adverso nas relações solo- água-planta, ocasionando

restrição severa nas atividades fisiológicas e no potencial produtivo das plantas cultivadas (DIAS et al., 2016).

Diversas são as técnicas utilizadas para amenizar os efeitos depreciativos dos sais sobre as plantas, destacando-se a interação salinidade x fertilização potássica como uma prática de elevada expressividade na agricultura irrigada, pois o potássio, depois do nitrogênio, é o nutriente mais exigido pela grande maioria das plantas cultivadas (HEINZ, 2011). O potássio atua em vários sistemas enzimáticos e, em condições salinas, pode permitir uma melhor entrada de água e nutrientes na planta (MALAVOLTA, 1967). Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos das estratégias de manejo com águas salinas e doses de potássio sobre os teores de pigmentos fotossintéticos e o dano celular das plantas maracujazeiro amarelo ‘BRS GA1’.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no campo da fazenda experimental "Rolando Enrique Rivas Castellón" de agosto de 2019 a maio de 2020, no CCTA Centro de Ciência de Tecnologia Agropecuária-UFCG da Universidade Federal de Campina Grande, localizado no município de São Domingos, Paraíba, PB. Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso em esquema fatorial 6 x 2, sendo seis estratégias de irrigação com águas salinas (SE - irrigação com água de baixa salinidade durante todo ciclo de cultivo; VE - irrigação com água de alta salinidade na fase vegetativa; FL - de floração; FR - de frutificação; VE/FL - nas fases sucessivas vegetativa/floração; VE/FR - vegetativa/frutificação) e duas doses de potássio (60 e 100% de K₂O da recomendação de COSTA et al., 2008), com quatro repetições, perfazendo o total de 48 unidades experimentais, cada parcela foi constituída por 4 plantas uteis. A dose de 100% correspondeu a 345 g de K₂O por plantaano⁻¹.

Na determinação das estratégias de manejo, foram utilizados dois níveis de salinidade da água, expressa pela condutividade da água de irrigação (CEa), uma de baixa salinidade (1,3 dS m⁻¹) e a outra com alta CEa (4,0 dS m⁻¹), nas seguintes fases de desenvolvimento da cultura: VE – Do transplântio até o surgimento do primórdio floral; FL – Do surgimento do primórdio floral e o total desenvolvimento do botão floral (antese); FR – Da fecundação do botão floral até o surgimento dos frutos com manchas amarelas entremeadas; SE - Irrigação com água de baixa salinidade durante todo o ciclo de cultivo. Foram utilizadas sementes de maracujazeiro ‘BRS GA1’. Para formação das mudas foram semeadas duas sementes em sacolas plásticas com dimensões de 15 x 20 cm, preenchidas com substrato, constituído de

84% de solo, 15% de areia auto clavada e 1% de esterco bovino curtido. Aos 61 dias após o semeio (DAS), foi realizado o transplântio para a área no campo. Iniciou-se o manejo de irrigação com águas salinas aos 50 DAT. Avaliaram-se aos 198 dias após o transplântio: a percentagem de dano celular (%D), os pigmentos fotossintéticos (clorofila *a*, *b* e carotenoides) e conteúdo relativo de água. O percentual de dano na membrana celular foi obtido de acordo com Scotti-Campos et al. (2013).

Os teores de clorofila e carotenóides foram quantificados por meio do espectrofotômetro no comprimento de onda de absorbância (ABS) 470, 646, e 663 nm, de acordo com a metodologia de Arnon (1949). Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste 'F'. Nos casos de significância, usou-se o teste Scott-Knott ($p < 0,05$) para as estratégias de manejos da salinidade da água e teste de Tukey ($p < 0,05$) para as doses de potássio, utilizando-se do software estatístico SISVAR ESAL (FERREIRA, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo das estratégias de manejo da salinidade da água sobre a clorofila *a* (Cl *a*), *b* (Cl *b*), carotenoides (Car) e percentagem de dano celular (%D), do maracujazeiro 'BRS GA1' (Tabela 1). As doses de potássio não influenciaram de forma significativa as variáveis estudadas. A interação entre os fatores (EMS x DK) não afetou de forma significativa nenhuma das variáveis analisadas das plantas de maracujazeiro 'BRS GA1'.

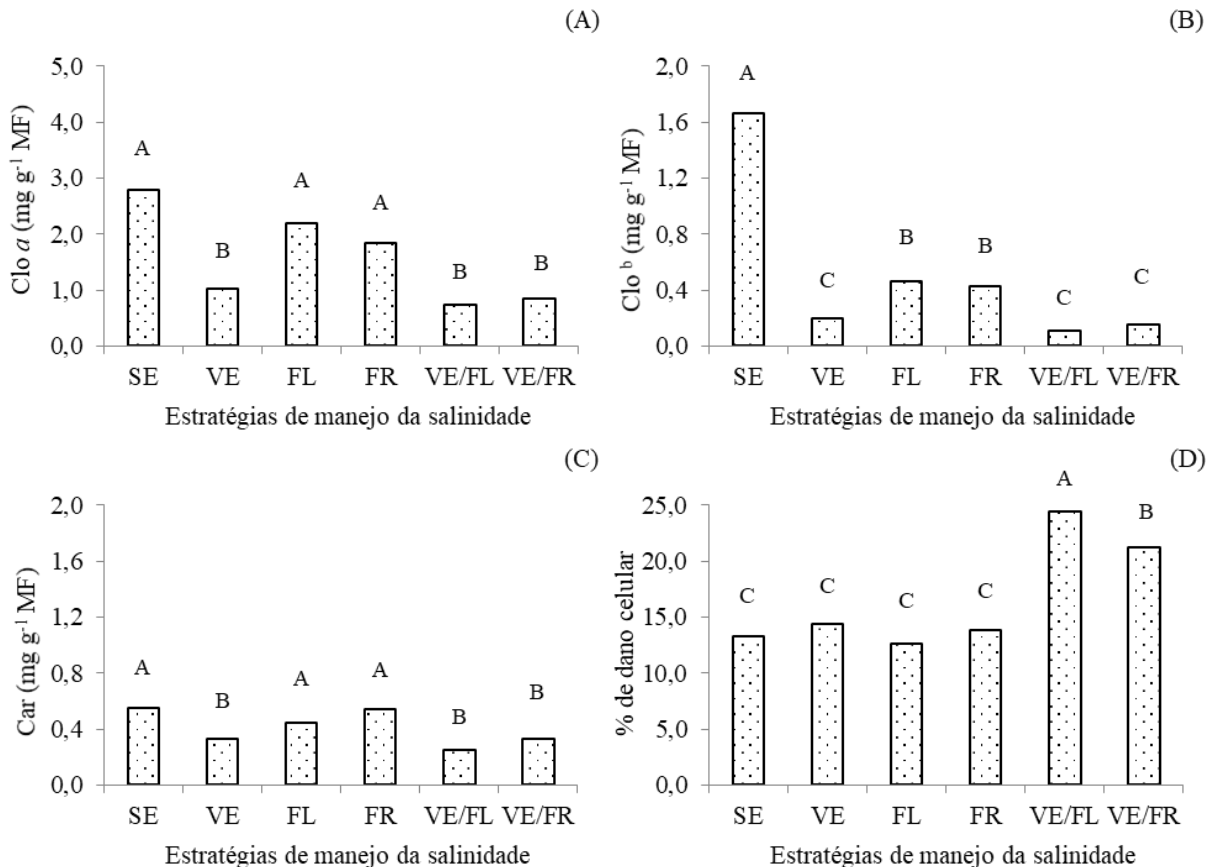
Tabela 1. Resumo da análise de variância referente à clorofila *a* (Cl *a*), *b* (Cl *b*), carotenoides (Car) e percentagem de dano celular (%D), do maracujazeiro 'BRS GA1' cultivado sob estratégias de manejo da salinidade da água e doses de potássio, aos 198 dias após o transplântio.

Fonte de variação	GL	Quadrados Médio			
		Cl <i>a</i>	Cl <i>b</i>	Car	%D
Estratégia de manejo da salinidade (EMS)	5	5,60**	2,75**	0,12**	194,78**
Doses de K (DK)	1	0,03 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,004 ^{ns}	26,73 ^{ns}
Interação (EMS x DK)	5	0,08 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,06 ^{ns}	3,65 ^{ns}
Blocos	2	0,93 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,06 ^{ns}	9,24 ^{ns}
Resíduo	22	0,70	0,06	0,02	9,28 ^{ns}
CV (%)		53,65	50,33	3920	18,34

^{ns}, **, * respectivamente não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$.

As estratégias de manejo da salinidade da água afetaram significativamente os teores de Cl *a* do maracujazeiros (Figura 1A). Verifica-se que as plantas submetidas à estratégia SE, FL e FR apresentam maior teor de Cl *a* em comparação às plantas irrigadas com água com alta concentração de sal nos estágios VE, VE/FL e VE/FR. Comparando o teor de Cl *a* das plantas submetidas às estratégias VE, VE/FL e VE/FR, observa-se ausência de efeito significativo entre si. Para o teor de clorofila *b* (Figura 1B) das plantas de maracujazeiros, verifica-se que a

irrigação com água de menor condutividade (SE) resultou em maior síntese deste pigmento. O teor de Cl *b* das plantas submetidas a irrigação com água de elevada salinidade nas fases FL e FR foi superior estatisticamente ao das que receberam CEa de 4,0 dS m⁻¹ nas fases VE, VE/FL e VE/FR. Ao Redução no teor de clorofila em plantas expostas à salinidade da água é provavelmente devido ao aumento da atividade da enzima clorofilase, que degrada as moléculas destes pigmentos fotossintéticos (FREIRE et al., 2013).



Médias seguidas por letras diferentes apresentam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$). SE - irrigação com água de baixa salinidade durante todo ciclo de cultivo (1-253 dias após transplantio - DAT); 2. VE= estresse salino apenas na fase vegetativa (50-113 DAT); 3. FL = estresse salino na fase de floração (114-198 DAT); 4. FR = estresse salino na fase de frutificação (199-253 DAT); 5. VE/FL = estresse salino na fase vegetativa e na floração (50 -198 DAT); 6. VE/FR = estresse salino na fase vegetativa e de frutificação (50-113/199-253 DAS).

Figura 1. Teores de clorofila *a* – Cl *a* (A), *b* – Cl *b* (B) e percentagem de dano celular (%D) das plantas de maracujazeiro ‘BRS GA1’ função das estratégias de manejo da salinidade da água, e teores de carotenoides – Car (C) em função da interação entre as estratégias de manejo da salinidade da água e doses de potássio, aos 198 dias após o transplantio.

Verifica-se, através do teste de comparação de médias (Figura 1C) referente aos teores de carotenoides que as plantas irrigadas com água com alta concentração de salina nas fases SE, FL e FR, apresentaram os maiores teores de carotenoides. Já os menores valores observados para esta variável ocorreram quando as plantas foram irrigadas com água com alta concentração de salina nas fases VE, VE/FL e VE/FR. A diminuição do teor de carotenoides pode ser atribuída, ao fato de que o estresse salino leva a uma redução na produção de

pigmentos fotossintéticos, induzindo a degradação de β -caroteno, causando uma diminuição no conteúdo de carotenoides, que são componentes integrados do tilacóides, atuando na absorção e transferência de luz para clorofila (SILVA et al., 2016) Com base no teste de comparação de médias (Figura 1D) constata-se aumento expressivo na %D quando as plantas foram irrigadas com água com alta concentração salina nas fases VE/FL e VE/FR, diferindo-se estatisticamente em relação as que foram submetidas as estratégias SE, VE, FL e FR. Destaca-se que os menores valores para esta variável foram obtidos quando as plantas foram irrigadas com água com alta condutividade elétrica nas fases SE, VE, FL e FR.

CONCLUSÕES

As plantas de maracujazeiro submetidas a irrigação com água de 4,0 dS m⁻¹ nas fases vegetativa, vegetativa/floração e vegetativa/frutificação reduzem os teores de clorofila *a*, *b* e carotenoide. Há incremento na percentagem de dano celular no maracujazeiro nas plantas submetidas as estratégias VE/FL e VE/FR. Não há efeito significativo da interação entre os fatores estratégia de manejo da salinidade e as doses de potássio sobre as variáveis analisadas, aos 198 dias após o transplantio.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq) pela concessão de auxílio financeiro (Proc. CNPq 429732/2018-0).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BURLE, M. L.; FALEIRO, F. G. (Ed.). **Maracujá: *Passiflora* spp.** Argentina: Instituto Interamericano de Cooperación Para La Agricultura, 2017. 31 p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1095883/1/Maracuja03a.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2019.
- COSTA, A. de F. S. da; et al. **Recomendações técnicas para o cultivo do maracujazeiro.** Vitória, ES: Incaper, 2008.56 p. (Incaper. Documentos, 162).
- DIAS N. S.; BLANCO F. F.; SOUZA, E. R.; FERREIRA, J. S. S.; SOUSA NETO, O. N.; QUEIROZ, I.S. R. Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade. In: GHEYI

H. R.; DIAS N. S.; LACERDA F. C.; GOMES FILHO, E. (eds). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 2. ed. Fortaleza: INCTSal, 2016. p. 151-162.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FREIRE, J. L. O. et al. Teores de clorofila e composição mineral foliar do maracujazeiro irrigado com águas salinas e biofertilizante, **Revista de Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 57-70, 2013.

HEINZ, R.; GABIATE, M. V.; VIEGAS NETO, A. L.; MOTA, L. H. S.; CORREIA, A. M. P.; VITORINO, A. C. T. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de crambe e nabo forrageiro. **Ciência Rural**, v. 41, n. 9, p. 1549-1555, 2011.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 10 out. 2020.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubação**. 2. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1967. p. 100-126.

MALISZEWSKI, E. **Os rumos da produção de frutas no Brasil**. AGROLINK, 25 de out. 2019. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/noticias/os-rumos-da-producao-de-frutas-nobrasil_425861.html>. Acesso em: 10 out. 2020.

SCOTTI-CAMPOS, P.; PHAM-THI, A.; 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**, v. 25, n. 12, p. 1002-1013, 2013.

SILVA, A. R. A. et al. Pigmentos fotossintéticos e potencial hídrico foliar em plantas jovens de coqueiro sob estresse hídrico e salino, **Revista Agro@ambiente**, v. 10, n. 4, p. 317-325, 2016.

SMEDEMA, L. K.; SHIATI, K. Irrigation and salinity: a perspective review of the salinity hazards of irrigation development in the arid zone. **Irrigation and Drainage Systems**, v. 16, p. 161-174, 2002. ARNON, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts: Polyphenoloxidases in Beta vulgaris. **Plant Physiology**, v. 24, n. 1, p. 1-15, 1949.