

**PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS DO MARACUJAZEIRO-AZEDO SOB
ESTRATÉGIAS DE IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS SALINAS E ADUBAÇÃO
POTÁSSICA**

Francisco Wesley Alves Pinheiro¹, Geovani Soares de Lim², Hans Raj Gheyi³, Lauriane Aleida dos Anjos Soares³, Pedro Francisco do Nascimento Sousa⁴, Wesley Bruno Belo de Souza⁴

RESUMO: Objetivou-se com esta pesquisa avaliar os teores de pigmentos fotossintéticos do maracujazeiro-azedo ‘BRS GA1’ sob estratégias de irrigação com águas salinas e doses de potássio. A pesquisa foi desenvolvida em fazenda experimental do CCTA/UFCG em São Domingos, PB, utilizando-se o delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 6 × 2, cujos tratamentos consistiram de seis estratégias de irrigação com águas salinas (irrigação com água de baixa salinidade durante todo ciclo de cultivo - SE; irrigação com água de alta salinidade na fase vegetativa - VE; de floração - FL; de frutificação - FR; nas fases sucessivas vegetativa/floração VE/FL; vegetativa/frutificação – VE/FR) e duas doses de potássio (60 e 100% da recomendação), com quatro repetições e plantas por parcela. Utilizaram-se água com elevada salinidade (4,0 dS m⁻¹), em alternância com água de baixa condutividade elétrica (1,3 dS m⁻¹), em diferentes fases fenológicas da cultura. A irrigação com água de elevada salinidade nas fases vegetativa/floração resultou em menores teores de clorofila *a* e carotenoides em plantas maracujazeiro-azedo ‘BRS GA1’. O menor extravasamento de eletrólitos no limbo foliar do maracujazeiro-azedo foi obtido sob o menor nível de condutividade elétrica da água. Não houve efeito significativo da interação entre os fatores estratégias de irrigação com águas salinas e as doses de potássio sobre as variáveis analisadas.

PALAVRAS-CHAVE: Estresse salino, *Passiflora edulis* Sims, Adubação

¹ Discente 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

² Prof. 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

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

⁴ Discente do Curso de Agronomia, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Campina Grande, CEP 58840-000, Pombal, PB. E-mail: pedritocpn22@gmail.com

PASSION FRUIT PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS UNDER IRRIGATION STRATEGIES WITH SALINE WATER AND POTASSIUM FERTILIZATION

ABSTRACT: The objective of this research was to evaluate the contents of photosynthetic pigments of passion fruit 'BRS GA1' under irrigation strategies with saline water and potassium doses. The research was carried out in an experimental farm of the CCTA/UFCG in São Domingos, PB, using a randomized block design in a 6×2 factorial scheme, whose treatments consisted of six irrigation strategies with saline water (low salinity water irrigation). during the entire cultivation cycle - SE; irrigation with high salinity water in the vegetative phase - VE; flowering - FL; fructification - FR; in the successive vegetative/flowering phases VE/FL; vegetative/fruited - VE/FR) and two potassium doses (60 and 100% of the recommendation), with four replications and plants per plot. Water with high salinity (4.0 dS m^{-1}) was used, alternating with water with low electrical conductivity (1.3 dS m^{-1}), in different phenological stages of the crop. Irrigation with high salinity water in the vegetative/flowering phases resulted in lower levels of chlorophyll a and carotenoids in 'BRS GA1' passion fruit plants. The lowest electrolyte leakage in the leaf blade of the passion fruit was obtained under the lowest level of electrical conductivity of the water. There was no significant effect of the interaction between the strategic factors of irrigation with saline water and potassium doses on the analyzed variables.

KEYWORDS: Saline stress, *Passiflora edulis Sims*, Fertilization

INTRODUÇÃO

O maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis Sims*) é uma das culturas de maior relevância comercial na fruticultura brasileira, constituindo 95% dos pomares no país, gerando emprego e renda (IBGE, 2019). Por ser considerada uma planta de ciclo semi-perene (FALEIRO & JUNQUEIRO, 2016), exige do produtor a renovação das áreas plantadas, obrigando-o à produção ou aquisição de mudas de alta qualidade. Na região Semiárida do Nordeste brasileiro, a escassez de água em quantidade e qualidade vem forçando o uso de águas com elevadas concentrações de sais. A irregularidade na distribuição de chuvas, altas temperaturas e elevadas taxas de evapotranspiração tem limitado a disponibilidade de água de boa qualidade no semiárido brasileiro, tornando-se necessário a utilização de águas com teores de sais elevados como uma alternativa para suprir a demanda hídrica, principalmente no período de estiagem, quando os poços e açudes da região têm níveis de sais elevados na água, comprometendo o

estabelecimento da cultura (SILVA, 2021). Portanto, é necessário adotar estratégias de irrigação com águas salinas e de mitigação do estresse salino. Dentre estas alternativas destaca-se a irrigação com águas salinas variando-se os estádios de desenvolvimento das plantas e adubação com potássio. O potássio é um dos nutrientes mais requeridos pelo maracujazeiro, além de ter função osmorreguladora (BONIFACIO et al., 2018). 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 extravasamento de eletrólitos no limbo foliar das plantas maracujazeiro-azedo 'BRS GA1'.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado, na fazenda experimental "Rolando Enrique Rivas Castellón" de agosto de 2019 a outubro de 2020, no CCTA Centro de Ciência de Tecnologia Agropecuária-UFCG da Universidade Federal de Campina Grande, em São Domingos, PB.

Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso e analisados em esquema fatorial 6×2 , sendo estratégias de irrigação com águas salinas (irrigação com água de baixa salinidade durante todo ciclo de cultivo - SE; irrigação com água de alta salinidade na fase vegetativa - VE; de floração - FL; de frutificação - FR; nas fases sucessivas vegetativa/floração VE/FL; vegetativa/frutificação - VE/FR) e duas doses de potássio (60 e 100% 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 K_2O planta⁻¹ ano⁻¹.

Nas estratégia de irrigação com águas salinas, foram utilizados dois níveis de condutividade elétrica, 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 × 20 cm, preenchidas com substrato, constituído de 84% de solo, 15% de areia autoclavada 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.

No preparo do solo foi realizada uma aração seguida de gradagem, visando o destorroamento e nivelamento da área. O solo da área experimental foi classificado como Neossolo Flúvico Ta Eutrófico típico de textura areia franca. Antes do transplântio das mudas em campo, fez-se coleta de amostras de solo na área experimental na camada de 0-40 cm que posteriormente foram misturadas para formar uma amostra composta, cujas características químicas e físicas (Tabela 1) foram obtidas conforme a metodologia propostas por Teixeira et al. (2017).

Tabela 1. Características químicas e físicas do solo (camada 0-40 m) da área experimental

Características químicas								
pH H ₂ O (1:2,5)	MO dag kg ⁻¹	P (mg kg ⁻¹)	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺
7,82	0,81	10,60	0,30	0,81	2,44	1,81	0,00	0,00
.....Características químicas.....		Características físicas.....					
CE _{es} (dS m ⁻¹)	CTC cmol _c kg ⁻¹	RAS (mmol L ⁻¹) ^{0,5}	PST %	Fração granulométrica (g kg ⁻¹)			Umidade (dag kg ⁻¹)	
1,52	5,36	6,67	15,11	Areia	Silte	Argila	33,42 kPa ¹	1519,5 kPa ²
				820,90	170,10	9,00	12,87	5,29

pH – Potencial hidrogeniônico, MO – Matéria orgânica: Digestão Úmida Walkley-Black; Ca²⁺ e Mg²⁺ extraídos com KCl 1 M pH 7,0; Na⁺ e K⁺ extraídos utilizando-se NH₄OAc 1 M pH 7,0; Al³⁺ + H⁺ extraídos utilizando-se CaOAc 0,5 M pH 7,0; CE_{es} - Condutividade elétrica do extrato de saturação; CTC - Capacidade de troca catiônica; RAS - Relação de adsorção de sódio do extrato de saturação; PST - Percentagem de sódio trocável; ¹umidade do solo na capacidade de campo; ²umidade do solo no ponto de murchamento permanente.

As dimensões da cova foram de 40 × 40 × 40 cm. Após a abertura das covas, realizou a adubação com 20 L de esterco bovino e 50 g de superfosfato simples (18% de P₂O₅ e 20% de Ca²⁺), conforme recomendação de Costa et al. (2008). Já a adubação com nitrogênio e potássio foi realizada mensalmente, utilizando-se como fonte de nitrogênio a ureia (45 % de N) e como fonte de potássio o cloreto de potássio (60% de K₂O). Na fase de formação da cultura, utilizou-se 65 g de N por planta e nas fases de floração e frutificação foram aplicados 160 g de N por planta. Na dose de 100% de potássio foram aplicados 65 g de K₂O por planta na fase vegetativa e na fase de floração e frutificação 280 g de K₂O por planta.

A aplicação de micronutrientes foi realizada quinzenalmente aplicando-se um composto de Dripsol micro (Mg²⁺ = 1,1%; Boro = 0,85%; Cobre (Cu-EDTA) = 0,5%; Ferro (Fe-EDTA) = 3,4%; Manganês (Mn-EDTA) = 3,2%; Molibdênio = 0,05%; Zinco = 4,2%) na concentração de 1 g L⁻¹, via pulverização foliar nas faces adaxial e abaxial.

O espaçamento utilizado foi de 3 m entre fileiras e 3 m entre plantas, utilizando-se o sistema de espaldeira vertical com arame liso n° 14. Para a condução da planta até a espaldeira foi utilizado fio de barbante. Quando as plantas atingiram 10 cm acima da espaldeira foi efetuada a poda da gema apical, visando à emissão dos ramos secundários, onde foram conduzidos um para cada lado até o comprimento de 1,10 m. Após os ramos secundários atingirem tal comprimento, foi efetuada uma nova poda da gema apical destes, visando à emissão dos ramos terciários, os quais foram conduzidos até 30 cm do solo formando uma

cortina. Ao longo da condução do experimento foi realizado à eliminação de gavinhas e de ramos ladrões, visando favorecer o desenvolvimento da cultura.

A água de irrigação do tratamento de menor nível de condutividade elétrica (1,3 dS m⁻¹) foi proveniente de um poço artesiano situado na área experimental; a água no nível de CEa de 4,0 dS m⁻¹ foi preparado dissolvendo NaCl sem iodo na água de poço (CEa de 1,3 dS m⁻¹). No preparo da água de irrigação do maior nível de salinidade, foi considerada a relação entre CEa e concentração de sais, conforme a Eq. 1:

$$C(\text{mmol}_c\text{L}^{-1}) = 10 \times \text{CEa}(\text{dS m}^{-1}) \quad (1)$$

Em que: C = Concentração de sais na água de irrigação (mmol_c L⁻¹); CEa = Condutividade elétrica da água (dS m⁻¹).

No preparo da água de irrigação do maior nível de salinidade, foi considerada a relação entre CEa e concentração de sais: C (mmol_c L⁻¹) = 10 × CEa (dS m⁻¹).

O sistema de irrigação adotado foi o localizada por gotejamento, utilizando-se tubos de PVC de 32 mm na linha principal e tubos de polietileno de baixa densidade, de 16 mm nas linhas laterais com gotejadores de vazão 10 L h⁻¹. Em cada planta foram instalados, dois gotejadores autocompensantes (modelo GA 10 Grapa), cada um a 15 cm do caule. As plantas foram irrigadas diariamente, às 07:00 horas da manhã, com fornecimento de água, conforme estratégia adotada, sendo a lâmina estimada com base na evapotranspiração da cultura, de acordo com Bernardo et al. (2013), considerando-se a Eq. 2:

$$ET_c = ET_o \times K_c \quad (1)$$

Em que: ET_c - evapotranspiração da cultura, mm dia⁻¹; ET_o - evapotranspiração de referência de Penman-Monteith, mm d⁻¹; e K_c - coeficiente de cultivo, adimensional.

A evapotranspiração de referência (ET_o) foi determinada diariamente a partir de dados climáticos coletados na Estação Meteorológica de São Gonçalo, localizada no município de Sousa – PB, sendo os dados utilizados para determinação a ET_o pelo método de Penman-Monteith. Utilizou-se o coeficiente de cultivo de 0,4 (de 50-113 DAT), 0,8 (de 114-198 DAT) e 1,2 (de 199-253 DAT), de acordo com Nunes et al. (2017).

Avaliaram-se aos 360 dias após o transplante: o extravasamento de eletrólitos no limbo foliar (EE), os pigmentos fotossintéticos (Clorofila *a*, *b* e carotenoides) e conteúdo relativo de água. O extravasamento de eletrólitos no limbo foliar foi obtido de acordo com Scotti-Campos et al. (2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo ($p > 0,01$) das estratégias de irrigação com águas salinas (EMI) sobre os teores de carotenoides (Car), extravasamento de eletrólitos no limbo foliar (EE) e teores de clorofila *a* (Cl *a*) a ($p > 0,05$). As doses de potássio (K) e a interação entre os fatores (EMI \times DK) não influenciaram de forma significativa nenhuma das variáveis analisadas, aos 360 dias após o transplântio (DAT).

Tabela 1. Resumo da análise de variância referente ao teores de clorofila *a* (Cl *a*), *b* (Cl *b*), carotenóides (Car) e extravasamento de eletrólitos no limbo foliar (EE), do maracujazeiro-azedo ‘BRS GA1’ cultivado sob estratégias de irrigação com águas salinas e doses de potássio (DK), aos 360 dias após o transplântio.

Fonte de variação	GL	Quadrados Médio			
		Cl <i>a</i>	Cl <i>b</i>	Car	EE
Estratégias de irrigação com águas salinas (EMI)	5	23,85*	1,97 ^{ns}	3,97**	117,58**
Doses de K (DK)	1	1,10 ^{ns}	7,10 ^{ns}	2,54 ^{ns}	2,77 ^{ns}
Interação (EMI \times DK)	5	9,84 ^{ns}	3,85 ^{ns}	0,51 ^{ns}	1,70 ^{ns}
Blocos	2	23,97 ^{ns}	0,99 ^{ns}	3,41 ^{ns}	4,25 ^{ns}
Resíduo	22	5,30	3,90	3,90	2,51
CV (%)		33,88	87,39	48,02	9,28

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

As plantas submetidas às estratégias SE, VE, FL, FR e VE/FR se destacaram com os maiores valores (em média 7,45 mg g⁻¹ MF) de Cl *a* (Figura 1A), diferindo-se de forma significativa das estavam sob irrigação com água salina nas fases VE/FL, que obteve o menor valor de Cl *a* (3,5 mg g⁻¹ MF). A redução nos teores de clorofila *a* em plantas cultivadas sob salinidade da água ocorre devido ao aumento da atividade da enzima clorofilase, que atua na degradação das moléculas deste pigmento, conforme observado por Freire et al. (2013). As estratégias de irrigação com águas salinas afetaram significativamente o teor de carotenoides (Car) das plantas de maracujazeiro-azedo (Figura 1B). As plantas sob as estratégias SE e VE/FR obtiveram maiores valores de carotenoides (em média 2,93 mg g⁻¹ MF), sendo superior estatisticamente ao das demais estratégias (VE, FL, FR e VE/FL), que não diferiram entre si. Contudo, apresentaram valores de Car em média de 1,80 mg g⁻¹ MF. A diminuição nos teores de carotenóides pode ser atribuída, entre outras causas, 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 carotenóides, que são componentes integrados do tilacóides, atuando na absorção e transferência de luz para clorofila (SILVA et al., 2016).

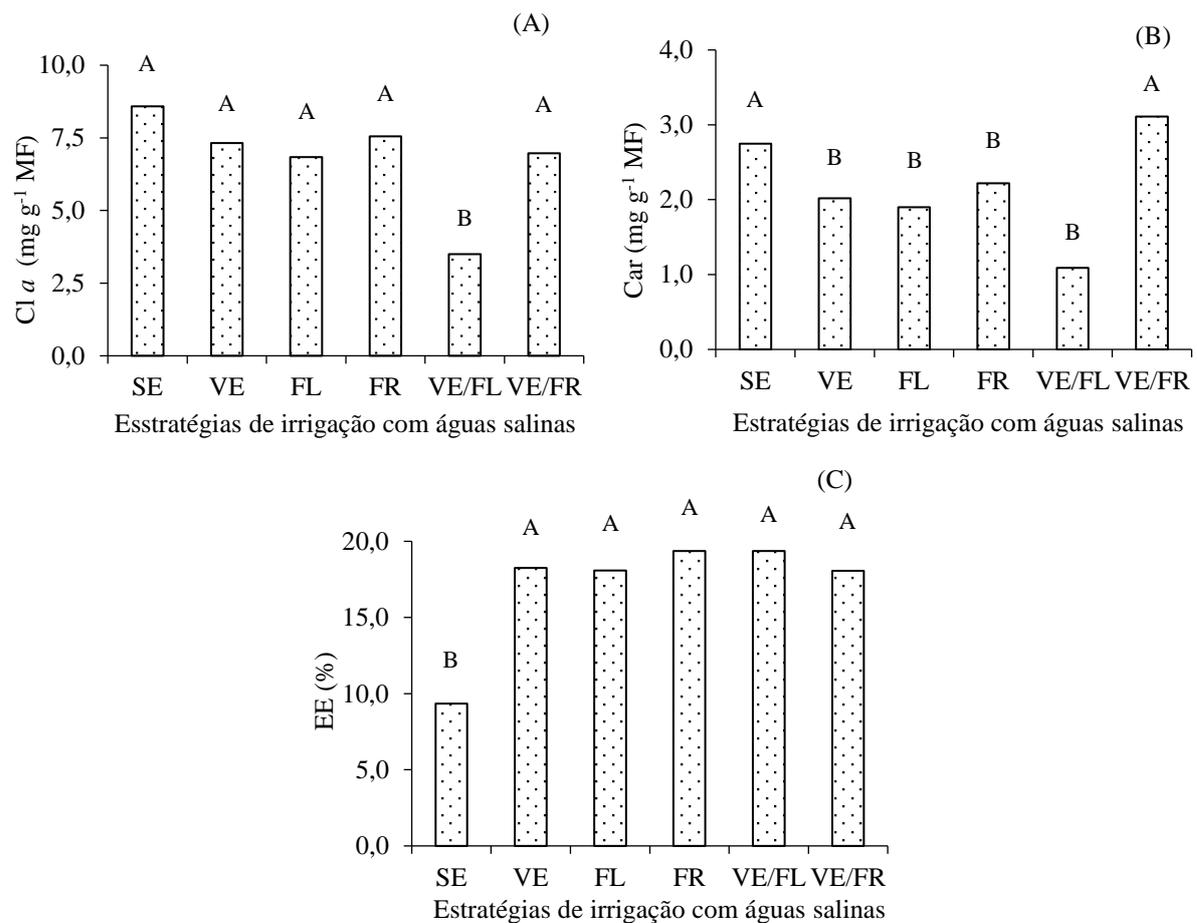


Figura 1. Teores de clorofila *a* - Cl *a* (A), carotenoides (Car) (B) e extravasamento de eletrólitos no limbo foliar - EE (C) das plantas de maracujazeiro-azedo 'BRS GA1' em função das estratégias de irrigação com águas salinas, aos 360 dias após o transplantio (DAT).

O extravasamento de eletrólitos no limbo foliar (Figura 1C) das plantas submetidas as estratégias VE, FL, FR, VE/FL e VE/FR foram superiores estatisticamente ao das estavam sob irrigação com água de menor condutividade elétrica.

CONCLUSÕES

A irrigação com água de elevada salinidade nas fases vegetativa/floração resulta em menores teores de clorofila *a* e carotenoides em plantas maracujazeiro-azedo 'BRS GA1'. O menor extravasamento de eletrólitos no limbo foliar em maracujazeiro-azedo é obtido sob irrigação com água de menor condutividade elétrica. Não houve efeito significativo da interação entre os fatores estratégia de irrigação com águas salinas e doses de potássio sobre as variáveis analisadas.

REFERÊNCIAS

- ARNON, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts: Polyphenoloxidases in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, v. 24, n. 1, p. 1-15, 1949.
- BONIFÁCIO, B. F.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; LIMA, G. S. de; SOUZA, L. de P.; PINHEIRO, F. W. A.; BARBOSA, J. L.; SILVA, E. M. da. Effect of Salinity and Potassium on Phytomass and Quality of Guava Rootstocks. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, n. 1, p. 308, 2018.
- COSTA, A. de F. S. da.; COSTA, A. N. da.; VENTURA, J. A.; FANTO, C. J.; LIMA, I. de. M.; CAETANO, L. C. S.; SANTANA, E. N. de. **Recomendações técnicas para o cultivo do maracujazeiro**. Vitória: Incaper, 2008. 56p.
- FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. **Maracujá: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Embrapa Cerrados-Livro técnico, 2016. 341 p.
- 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.
- SILVA, I. J. da; SILVA, F. de A. da; FERNANDES, P. D.; DIAS, M. dos S.; LACERDA, C. N. de; SILVA, A. A. R. da; MARCELINO, A. D. A. de L.; MELO, A. R. de; REIS, L. S.; LIMA, R. F. de. Produção de mudas de maracujazeiro amarelo sob salinidade da água de irrigação. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 9, 2021.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Produção agrícola municipal**. 2019. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>>.
- SÁ, F. V. S.; NOBRE, R. G.; SILVA, L. A.; MOREIRA, C. L.; PAIVA, E. P.; OLIVEIRA, F. A. Tolerância de porta-enxertos de goiabeira ao estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 12, p. 1072-1077. 2016.
- 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 Agroambiente**, v. 10, n. 4, p. 317-325, 2016.