

## **ESTRATÉGIAS DE MANEJO DA ÁGUA E DOSES DE POTASSIO NO CULTIVO DO MARACUJAZEIRO-AZEDO ‘BRS GA1’**

Francisco Wesley Alves Pinheiro<sup>1</sup>, Geovani Soares de Lim<sup>2</sup>, Hans Raj Gheyi<sup>3</sup>, Lauriane Aleida dos Anjos Soares<sup>3</sup>, Luderlandio de Andrade Silva<sup>1</sup>, Marcos Denilson Melo Soares<sup>4</sup>

**RESUMO:** Objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos das estratégias de irrigação com águas salinas e doses de potássio sobre a eficiência fotoquímica das plantas maracujazeiro-azedo ‘BRS GA1’. A pesquisa foi desenvolvida sob condições de campo no CCTA/UFCG em São Domingos, PB, utilizando-se o delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial  $6 \times 2$ , 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% da recomendação), com quatro repetições e três plantas por parcela. Foi utilizado dois níveis de salinidade da água, um de baixa ( $1,3 \text{ dS m}^{-1}$ ) e outro de elevada salinidade ( $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ ), em diferentes fases fenológicas da cultura. Os maiores valores de fluorescência inicial, fluorescência máxima e eficiência quântica do fotossistema II, são obtidos nas plantas cultivadas sob irrigação com água de menor condutividade elétrica na fase vegetativa. A adubação potássica não influenciou de forma significativa as variáveis estudadas. Houve efeito significativo da interação entre os fatores estratégias de irrigação com águas salinas e doses de potássio somente sobre a variável analisada, fluorescência variável.

**PALAVRAS-CHAVE:** águas salinas, *Passiflora edulis* Sims, fertilidade

## **WATER MANAGEMENT STRATEGIES AND POTASSIUM DOSES IN THE CULTIVATION OF YELLOW PASSION FRUIT ‘BRS GA1’**

<sup>1</sup> 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; luderlandioandrade@gmail.com

<sup>2</sup> 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

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

<sup>4</sup> 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

**ABSTRACT:** The objective of this work was to evaluate the effects of irrigation strategies with saline water and potassium doses on the photochemical efficiency of passion fruit plants 'BRS GA1'. The research was carried out under field conditions at CCTA/UFCG in São Domingos, PB, using a randomized block design in a  $6 \times 2$  factorial scheme, whose treatments consisted of six saline irrigation strategies (SE - water irrigation of low salinity throughout the cultivation 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 of potassium (60 and 100% of the recommendation), with four replications and xx plants per plot. Two levels of water salinity were used, one low ( $1.3 \text{ dS m}^{-1}$ ) and the other high salinity ( $4.0 \text{ dS m}^{-1}$ ), in different phenological stages of the crop. The highest values of initial fluorescence, maximum fluorescence and quantum efficiency of photosystem II are obtained in plants grown under irrigation with water with lower electrical conductivity in the vegetative phase. Potassium fertilization did not significantly influence the studied variables. there was a significant effect of the interaction between the factors of irrigation strategies with saline water and potassium doses only on the analyzed variable, variable fluorescence.

**KEYWORDS:** Saline waters, *Passiflora edulis Sims*, fertility

## INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado um dos maiores produtores de maracujá, destacando o estado da Bahia, com 27% da produção nacional da fruta (IBGE, 2020), a produção é basicamente formada por *Passiflora edulis Sims*. Apesar da sua adaptabilidade as áreas cultivadas do semiárido nordestino, frequentemente estão sujeitas a escassez hídrica devido às elevadas temperaturas e irregularidade de precipitações pluviométricas, sendo comum a ocorrência de águas com elevados teores de sais, situação que geralmente forçam os produtores a utilizarem estas águas na irrigação das culturas (SOUZA et al., 2017). O uso de águas salinas na irrigação promove respostas distintas nas plantas, dependendo da fase de desenvolvimento, natureza catiônica e/ou aniônica da água, do tempo de exposição à salinidade, manejo de irrigação, condições edafoclimáticas entre outras (ALVARENGA et al., 2019). Assim, é de fundamental importância a identificação de estratégias que possibilitem a amenizar os efeitos do estresse sobre as plantas. Dentre as estratégias destaca-se a irrigação com água de elevada salinidade variando-se os estádios de desenvolvimento e a adubação potássica. O potássio atua na ativação de enzimas, regulação do movimento estomático, manutenção do turgor celular e carregamento de fotoassimilados via floema. Ademais em condições de estresse salino, contribui para a

modulação do metabolismo antioxidante e elevação da relação K/Na, reduzindo a ação do estresse oxidativo induzida por espécies reativas de oxigênio (EL SAYED et al., 2019; GUL et al., 2019). Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar a eficiência fotoquímica das plantas de maracujazeiro-azedo sob estratégias de irrigação com águas salinas e adubação potássica.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no período de agosto de 2019 a outubro de 2020 em campo na fazenda experimental ‘Rolando Enrique Rivas Castellón’, pertencente ao Centro de Ciências Tecnologia Agroalimentar- CCTA da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, em São Domingos, PB.

Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso em esquema fatorial  $6 \times 2$ , sendo r 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<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

No estabelecimento das estratégias de irrigação utilizou-se dois níveis de salinidade, expressos em termos de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa), uma de baixa salinidade (1,3 dS m<sup>-1</sup>) e a outra com alta CEa (4,0 dS m<sup>-1</sup>), 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 autoclavada e 1% de esterco bovino curtido (em base de volume). 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 <sub>2</sub> O	MO	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>
(1:2,5)	dag kg <sup>-1</sup>	(mg kg <sup>-1</sup> )	.....cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> .....					
7,82	0,81	10,60	0,30	0,81	2,44	1,81	0,00	0,00
.....Características químicas.....			.....Características físicas.....					
CE <sub>es</sub>	CTC	RAS	PST	Fração granulométrica (g kg <sup>-1</sup> )			Umidade (dag kg <sup>-1</sup> )	
(dS m <sup>-1</sup> )	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	(mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>0,5</sup>	%	Areia	Silte	Argila	33,42 kPa <sup>1</sup>	1519,5 kPa <sup>2</sup>
1,52	5,36	6,67	15,11	820,90	170,10	9,00	12,87	5,29

pH – Potencial hidrogeniônico, MO – Matéria orgânica: Digestão Úmida Walkley-Black; Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> extraídos com KCl 1 M pH 7,0; Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> extraídos utilizando-se NH<sub>4</sub>OAc 1 M pH 7,0; Al<sup>3+</sup> + H<sup>+</sup> extraídos utilizando-se CaOAc 0,5 M pH 7,0; CE<sub>es</sub> - 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; <sup>1</sup>umidade do solo na capacidade de campo; <sup>2</sup>umidade 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 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 20% de Ca<sup>2+</sup>), 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 K<sub>2</sub>O). 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 K<sub>2</sub>O por planta na fase vegetativa e na fase de floração e frutificação 280 g de K<sub>2</sub>O por planta.

A aplicação de micronutrientes foi realizada quinzenalmente aplicando-se um composto de Dripsol micro (Mg<sup>2+</sup> = 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<sup>-1</sup>, 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 ( $1,3 \text{ dS m}^{-1}$ ) foi proveniente de um poço artesiano situado na área experimental; a água no nível de CEa de  $4,0 \text{ dS m}^{-1}$  foi preparado dissolvendo NaCl sem iodo na água de poço (CEa de  $1,3 \text{ dS m}^{-1}$ ). 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:

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

Em que: C = Concentração de sais na água de irrigação ( $\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$ ); CEa = Condutividade elétrica da água ( $\text{dS m}^{-1}$ ).

No preparo da água de irrigação do maior nível de salinidade, foi considerada a relação entre CEa e concentração de sais:  $C(\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}) = 10 \times \text{CEa}(\text{dS m}^{-1})$ .

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  $10 \text{ L h}^{-1}$ . 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:

$$ET_c = ET_o \times K_c \quad (2)$$

Em que:  $ET_c$  - evapotranspiração da cultura,  $\text{mm dia}^{-1}$ ;  $ET_o$  - evapotranspiração de referência de Penman-Monteith,  $\text{mm d}^{-1}$ ; 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).

A fluorescência da clorofila *a* foi mensurada através da fluorescência inicial ( $F_o$ ), fluorescência máxima ( $F_m$ ), fluorescência variável ( $F_v$ ), eficiência quântica do fotossistema II ( $F_v/F_m$ ) em folhas pré-adaptadas ao escuro mediante uso de pinças foliares durante 30 minutos, entre as 7:0 e 10:0 horas, na folha mediana do ramo produtivo intermediário da planta de modo a garantir que todos os aceptores primeiros estivessem oxidados, ou seja, os centros de reação abertos, utilizando-se fluorômetro de pulso modulado modelo OS5p da Opti Science. 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 e teste de

Tukey ( $p < 0,05$ ) para as doses de potássio, utilizando-se do software estatístico SISVAR ESAL (FERREIRA, 2014).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

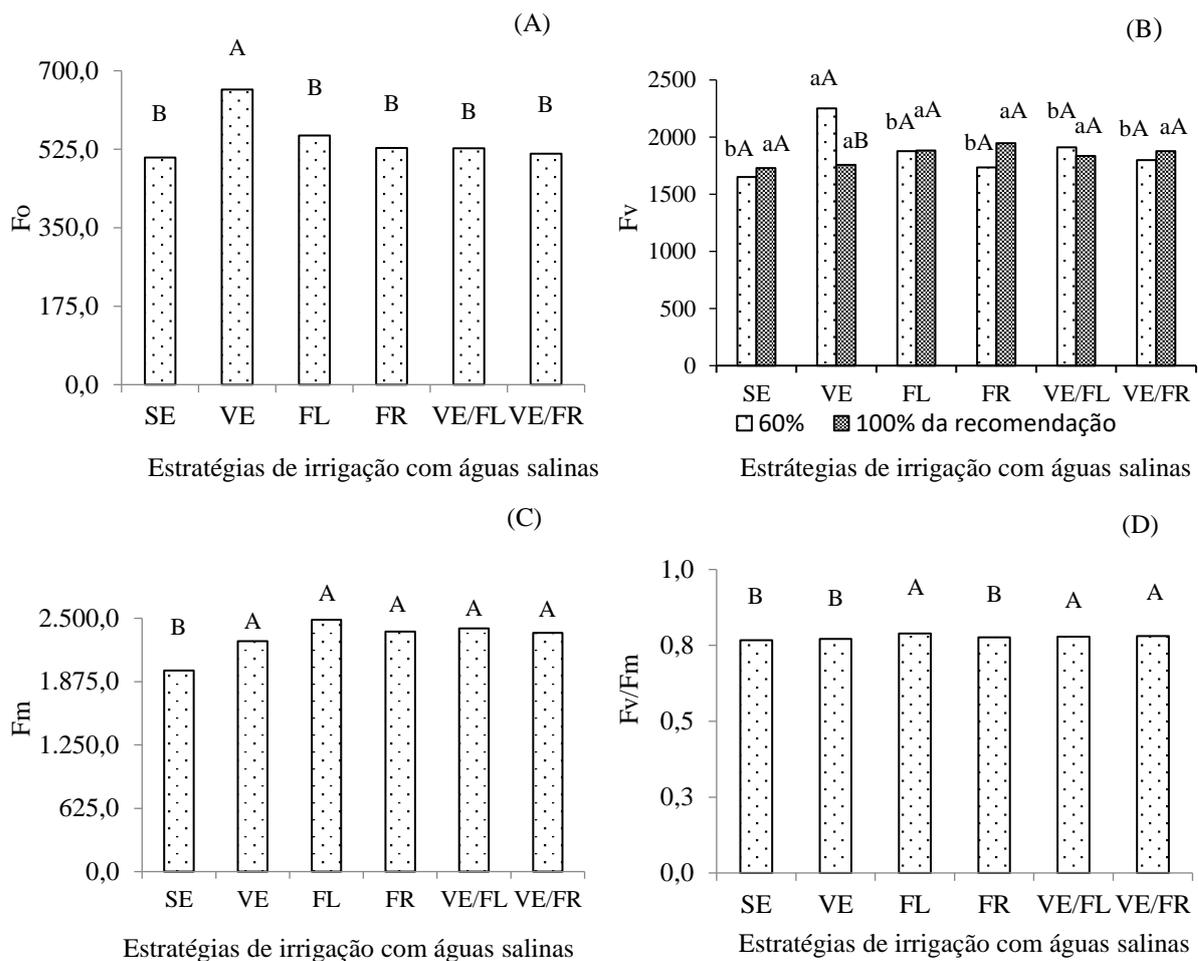
Verifica-se efeito significativo das estratégias de irrigação com águas salinas sobre a fluorescência inicial ( $F_0$ ), fluorescência variável ( $F_v$ ), e fluorescência máxima ( $F_m$ ) do maracujazeiro-azedo ‘BRS GA1’. As doses de potássio e a interação entre os fatores (EMS  $\times$  DK) não influenciaram de forma significativa em nenhuma das variáveis analisadas, aos 360 dias após o transplântio.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para fluorescência inicial ( $F_0$ ), fluorescência variável ( $F_v$ ), fluorescência máxima ( $F_m$ ), eficiência quântica do fotossistema II ( $F_v/F_m$ ) do maracujazeiro amarelo ‘BRS GA1’ cultivado sob estratégias de irrigação com águas salinas, aos 360 dias após o transplântio.

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios			
		$F_0$	$F_v$	$F_m$	$F_v/F_m$
Estratégia de manejo da salinidade (EMS)	5	248609,85**	117451,17*	92285163**	0,00004 <sup>ns</sup>
Doses de K (DK)	1	581,02 <sup>ns</sup>	7276,68 <sup>ns</sup>	63220 <sup>ns</sup>	0,00008 <sup>ns</sup>
Interação (EMS $\times$ DK)	5	2147,77 <sup>ns</sup>	34930,83 <sup>ns</sup>	174365,68 <sup>ns</sup>	0,00010 <sup>ns</sup>
Blocos	2	4928,90 <sup>ns</sup>	36488,46 <sup>ns</sup>	8899,05 <sup>ns</sup>	0,00001 <sup>ns</sup>
Resíduo	22	3519,77	43257,57	78446,23	0,00016
CV (%)		7,76	6,75	10,90	1,63

<sup>ns</sup>, \*\*, \* respectivamente não significativo, significativo a  $p < 0,01$  e  $p < 0,05$ .

A fluorescência inicial ( $F_0$ ) foi influenciada significativamente pelas estratégias de irrigação com águas salinas (Figura 1A). As plantas irrigadas com água de elevada salinidade na fase VE obtiveram a  $F_0$  superior estatisticamente (658,37) em relação as cultivadas sob as estratégias SE, FL, FR, VE/FL e VE/FR. No desdobramento da interação das estratégias de irrigação com águas salinas em cada dose de K para a fluorescência variável (Figura 1B) do maracujazeiro-azedo, verifica-se que as plantas adubadas com 60% da recomendação de K e irrigadas com água de  $4,0 \text{ dS m}^{-1}$  na fase VE se destacaram com o maior valor de fluorescência variável ( $F_v$ ), diferindo das demais estratégias de irrigação que em média apresentaram 1794,10 ( $F_v$ ) por planta. Já as plantas adubadas com 100% da recomendação de K e sob a estratégia SE, obtiveram os menores valores de  $F_v$  diferindo-se das demais estratégias que não apresentaram diferença entre si.



Medias com letras idênticas indica não haver diferenças significativas entre estratégias de manejo da irrigação com água salina (Scott-Knott,  $p < 0,05$ ). Letra maiúscula idêntica compara medias na mesma dose de potássio, e minúscula idêntica na mesma estratégia de manejo da irrigação, indica não haver diferença significativa entre estratégias de manejo da irrigação com água salina (Scott-Knott,  $p < 0,05$ ) e doses de potássio (Tukey,  $p < 0,05$ ), respectivamente.

**Figura 1.**

Para a fluorescência máxima das plantas de maracujazeiro-azedo (Figura 1C) observa-se que as plantas submetidas as estratégias VE, FL, FR, VE/FL e VE/FR foram superiores estatisticamente ao das que receberam água de menor condutividade elétrica (SE) que apresentaram em média de 1983. O aumento da  $F_m$  pode indicar uma tentativa de compensação fotossintética aumentando sua atividade para obter maior assimilação de  $CO_2$ , enquanto sua redução indica uma desaceleração na atividade fotossintética, visando minimizar os efeitos tóxicos da salinidade (FLOWERS; FLOWERS, 2005). A fluorescência máxima representa a intensidade máxima da fluorescência, quando praticamente toda a quinona é reduzida e os centros de reação atingem sua capacidade máxima de reações fotoquímica (SILVA et al., 2015). A Eficiência quântica do fotossistema II (Figura 1D) das plantas cultivadas com as estratégias FL, VE/FL e VE/FR se destacaram com os maiores valores, diferindo-se de forma significativa das plantas submetidas as estratégias SE, VE e FR.

## CONCLUSÕES

Os maiores valores de fluorescência inicial, fluorescência máxima e eficiência quântica do fotossistema II, são obtidos nas plantas cultivadas sob irrigação com água de menor condutividade elétrica na fase vegetativa. A adubação potássica não influenciou de forma significativa as variáveis estudadas. Houve efeito significativo da interação entre os fatores estratégias de irrigação com águas salinas e doses de potássio somente sobre a variável analisadas, fluorescência variável.

## REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, C. F. de S.; SILVA, E. M. da; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; LIMA, G. S. de; SILVA, L. de A. Morfofisiologia de aceroleira irrigada com águas salinas sob combinações de doses de nitrogênio e potássio. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 1, p. 194-205, 2019.
- EL SAYED, S. A. A.; HELLAL, F. A.; EL-RAB, N. G.; ZEWAINY, R. M. Ameliorative Effects of Potassium on the Salinity Stress in Plants: A Review. **Asian Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, p. 1-15, 2019.
- FLOWERS, T. J.; FLOWERS, S. A. Why does salinity pose such a difficult problem for plant breeders? **Agricultural Water Management**, v. 78, n. 3, p.15-24, 2005.
- GUL, M.; WAKEEL, A.; STEFFENS, D.; LINDBERG, S. Potassium-induced decrease in cytosolic Na<sup>+</sup> alleviates deleterious effects of salt stress on wheat (*Triticum aestivum* L.). **Plant Biology**, v. 21, n. 5, p. 825-831, 2019.
- JAN, M.; ANWAR UL HAQ, M.; UL HAQ, T.; ALI, A.; HUSSAIN, S.; IBRAHIM, M. Protective effect of potassium application on NaCl induced stress in tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) genotypes. **Journal of Plant Nutrition**, v. 43, n. 13, p. 1-11, 2020.
- PINHEIRO, F. W. A.; LIMA, G. S. DE; GHEYI, H. R.; DIAS, A. S.; MOREIRA, R. C. L.; NOBRE, R. G., SOARES, L. A. Saline water and potassium fertilization in cultivation of grafted west indian cherry BRS 366 Jaburu. **Bioscience Journal**, v. 35, n. 1, 2019.
- SILVA, F. G. da; DUTRA, W. F.; DUTRA, A. F.; OLIVEIRA, I. M. de; FILGUEIRAS, L. M. B.; MELO, A. S. de. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em plantas de berinjela sob

lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, p. 946-952, 2015

SOUZA, L. P.; NOBRE, R. G.; SILVA, E. M.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. dos 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.