

## **PRODUÇÃO DO MARACUJAZEIRO-AZEDO SOB IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS SALINAS NAS FASES FENOLÓGICAS E ADUBAÇÃO POTÁSSICA**

Geovani Soares de Lima<sup>1</sup>, Francisco Wesley Alves Pinheiro<sup>2</sup>, Lauriane Almeida dos Anjos Soares<sup>3</sup>, Pedro Francisco do Nascimento Sousa<sup>4</sup>, Hans Raj Gheyi<sup>1</sup>, Smyth Trotsk de Araújo Silva<sup>4</sup>

**RESUMO:** Objetivou-se com este trabalho avaliar a produção do maracujazeiro-azedo ‘BRS GA1’ em função da irrigação com águas salinas variando-se as fases fenológicas e adubação potássica sob condições de campo em São Domingos, PB, Brasil. A pesquisa foi desenvolvida utilizando-se o delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial  $3 \times 2$ , sendo os tratamentos constituídos de três estratégias de irrigação com águas salinas (irrigação com água de alta salinidade na fase vegetativa - VE; floração – FL e de frutificação - FR) e duas doses de potássio (60 e 100% da recomendação), com quatro repetições e três plantas por parcela. A dose de 100% correspondeu 345 g de  $K_2O$  por planta por ano. Foram utilizados dois níveis de salinidade da água (1,3 e 4,0 dS  $m^{-1}$ ), em diferentes fases fenológicas da cultura. O diâmetro polar e o número de frutos de maracujazeiro-azedo foram reduzidos nas plantas irrigadas com água de 4,0 dS  $m^{-1}$  nas fases vegetativa e de floração. O maracujazeiro-azedo foi sensível ao estresse salino na fase de floração, com diminuição na produção por planta e peso médio de frutos. As doses de potássio não influenciaram de forma significativa na produção do maracujazeiro-azedo, independente da fase fenológica.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Passiflora edulis* Sims, estresse salino, aclimação

## **PRODUCTION OF PASSION FRUIT UNDER IRRIGATION WITH SALINE WATER IN THE PHENOLOGICAL PHASES AND POTASSIUM FERTILIZATION**

<sup>1</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>2</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

<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; smythtrotsk18@gmail.com

**ABSTRACT:** The objective of this work was to evaluate the production of passion fruit ‘BRS GA1’ as a function of irrigation with saline water, varying the phenological phases and potassium fertilization under field conditions in São Domingos, PB, Brazil. The research was developed using a randomized block design in a  $3 \times 2$  factorial scheme, with the treatments consisting of three irrigation strategies with saline water (high salinity water irrigation in the vegetative phase - VE; flowering - FL and fruiting - FR) and two doses of potassium (60 and 100% of the recommendation), with four replications and three plants per plot. The 100% dose corresponded to 345 g of  $K_2O$  per plant per year. Two levels of water salinity were used ( $1.3$  and  $4.0 \text{ dS m}^{-1}$ ), in different phenological stages of the crop. The polar diameter and number of fruits of passion fruit were reduced in plants irrigated with  $4.0 \text{ dS m}^{-1}$  water in the vegetative and flowering phases. The passion fruit was sensitive to salt stress in the flowering phase, with a decrease in production per plant and average fruit weight. Potassium doses did not significantly influence the production of passion fruit, regardless of the phenological phase.

**KEYWORDS:** *Passiflora edulis* Sims, saline stress, acclimatization

## INTRODUÇÃO

A fruticultura é considerada uma das atividades mais dinâmicas e responsável pela geração de emprego e renda, destacando-se tanto no que diz respeito à produção de frutas in natura, como na industrialização, sendo assim, importante para o desenvolvimento rural, favorecendo a expansão de polos frutícolas no Brasil (SANTOS et al., 2017). O maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis* Sims) é uma fruteira tropical cultivada de norte a sul do Brasil, destacando-se, devido à qualidade físico-química dos frutos e a aceitação pelo consumidor, como um dos principais exportadores de seu suco, ao lado da Colômbia e do Equador (SANTOS et al., 2014).

O cultivo dessa fruteira no semiárido do Nordeste brasileiro devido às adversidades climáticas (desbalanço entre as taxas de precipitação e evapotranspiração) fica dependente do manejo da irrigação, sendo a qualidade da água um dos fatores limitantes, pois normalmente possui altos teores de sais, tanto em águas superficiais como subterrâneas (LIMA et al., 2017). O excesso de sais, na água promovem alterações fisiológicas e bioquímicas, incluindo desequilíbrio iônico e a diminuição do potencial hídrico foliar, levando a produção de espécies reativas de oxigênio (KOTAGIRI & KOLLURU, 2017), e danos à membrana e inibição enzimática e disfunção metabólica, levando à morte das plantas (ASTANEH et al., 2018).

Entretanto, a intensidade com que o estresse salino afeta as plantas depende de fatores como a cultivar, tipos de saís, intensidade e duração do estresse, manejo cultural e da irrigação, condições edafoclimáticas e adubação (MUNNS & TESTER, 2008). Outro fator que pode amenizar os efeitos do estresse salino é a adubação potássica, uma vez que o potássio favorece a translocação e manutenção do equilíbrio hídrico, como também está envolvido em várias funções bioquímicas e fisiológicas, como movimento estomático, ativação enzimática, síntese de proteínas, fotossíntese, osmorregulação e, elevando a concentração deste nas folhas (AHANGER et al., 2017). Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar a produção do maracujazeiro-azedo 'BRS GA1' em função da irrigação com águas salinas variando-se as fases fenológicas e adubação potássica sob condições de campo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de agosto de 2019 a maio de 2020, na Fazenda Experimental 'Rolando Enrique Rivas Castellón', pertencente ao Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar - CCTA da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG em Santo Domingos (06°48'50"S; 37°56'31"W, 190 m), Paraíba, Brasil.

Foram estudadas três estratégias de irrigação com águas salinas (irrigação com água de alta salinidade na fase vegetativa - VE; floração - FL e de frutificação - FR) e duas doses de potássio (60 e 100% de K<sub>2</sub>O da recomendação de Costa et al. (2008), distribuídos em blocos ao acaso em esquema fatorial 3 × 2 com quatro repetições, perfazendo o total de 32 unidades experimentais, cada parcela foi constituída por 3 plantas uteis. A dose de 100% de potássio correspondeu a 345 g de K<sub>2</sub>O por planta por ano.

No estabelecimento das estratégias de irrigação, foram utilizados dois níveis de condutividade elétrica (CEa), sendo de 1,3 dS m<sup>-1</sup> (baixa salinidade) e 4,0 dS m<sup>-1</sup> (alta salinidade), aplicados nas diferentes fases fenológicas da cultura: Irrigação com de alta salinidade nas fases VE - do início da emissão dos ramos secundários até o surgimento do primórdio floral (50-113 DAT); FL - do surgimento do primórdio floral e o total desenvolvimento do botão floral (antese) (114-198 DAT); FR - da fecundação do botão floral até o surgimento dos frutos com manchas amarelas entremeadas (199-253 DAT).

Foram utilizadas sementes de maracujazeiro-azedo 'BRS GA1'. Para formação das mudas foram semeadas duas sementes em sacolas plásticas de 500 mL com dimensões de 15×20 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 sendo irrigadas com água de baixa salinidade. Iniciou-se o manejo de irrigação com diferentes águas 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> )	.....cmolc 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.....				
CEes	CTC	RAS	PST	Fração granulométrica (g kg <sup>-1</sup> )			Umidade (dag kg <sup>-1</sup> )	
(dS m <sup>-1</sup> )	(cmolc kg <sup>-1</sup> )	(mmol L <sup>-1</sup> )0,5	%	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; CEes - 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:

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

Em que: C = Concentração de sais na água de irrigação ( $\text{mmolc L}^{-1}$ ); 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:  $C (\text{mmolc L}^{-1}) = 10 \times \text{CEa} (\text{dS m}^{-1})$ .

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).

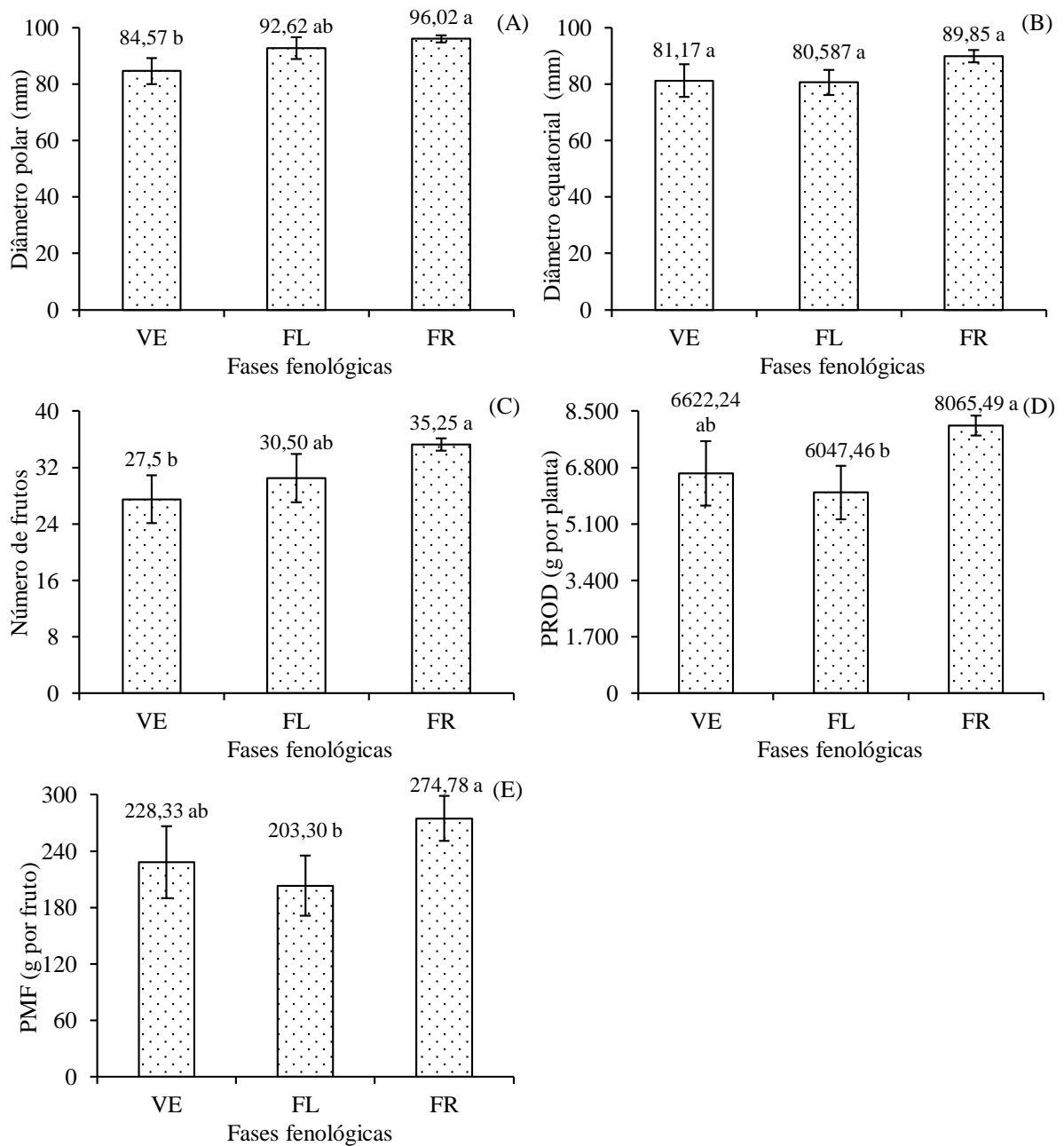
A produção do maracujazeiro-azedo foi avaliada no período de 199 a 253 DAT, pelo número de frutos por planta (NF), e produção por planta (PROD), o diâmetro polar (DP) e equatorial (DE). A PROD foi obtida pela soma do peso de todos os frutos colhidos por planta. O peso médio de frutos (PMF) foi determinado pela razão entre a produção total de frutos e número de frutos por planta. Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância

pelo teste 'F' após teste de normalidade e homogeneidade dos dados. Nos casos de significância, usou-se o teste Tukey ( $p < 0,05$ ) para as estratégias de irrigação com águas salinas e teste de F ( $p < 0,05$ ) para as doses de potássio, utilizando-se do software estatístico SISVAR ESAL.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O diâmetro polar dos frutos (Figura 1A) das plantas de maracujazeiro-azedo cultivadas com água de elevada salinidade na fase de frutificação foi superior estatisticamente ao das que foram submetidas ao estresse salino na fase vegetativa. Ao comparar as plantas irrigadas com água de  $4,0 \text{ dS m}^{-1}$  nas fases de floração e frutificação, verificou-se ausência de efeito significativo entre si. Diferentemente do DP, o diâmetro equatorial dos frutos (Figura 1B) de maracujazeiro-azedo não foi afetado de forma significativa pela irrigação com água de  $4,0 \text{ dS m}^{-1}$  nas fases VE, FL e FR. O número de frutos por planta (Figura 1C) das plantas de maracujazeiro-azedo irrigadas com o maior nível de CEa ( $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ ) na fase de floração foi superior estatisticamente ao das submetidas ao estresse salino na fase vegetativa. Comparando-se o NF das plantas irrigadas com água de elevada condutividade elétrica nas fases de floração e frutificação, notou-se ausência de efeito significativo entre si.

A produção por planta também foi influenciada pela irrigação com águas salinas (Figura 1D). A PROD das plantas cultivadas com CEa de  $4,0 \text{ dS m}^{-1}$  na fase de frutificação foi superior estatisticamente ao das que foram submetidas ao estresse salino na fase de floração. Ao comparar a PROD das plantas irrigadas com CEa de  $4,0 \text{ dS m}^{-1}$  nas fases vegetativa e de floração verificou-se que não houve diferenças significativas entre si. Destacando-se as fases vegetativa e de floração como as mais sensíveis ao estresse salino. De forma semelhante ao observado para PROD (Figura 1D), o peso médio de frutos (Figura 1E) das plantas cultivadas com água de  $4,0 \text{ dS m}^{-1}$  na fase de frutificação foi estatisticamente superior ao das que receberam durante a fase de floração.



Médias seguidas por letras diferentes apresentam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ). Barras na vertical representam o erro padrão da média ( $n=4$ ); VE - irrigação com água de elevada salinidade na fase vegetativa (50-113 DAT); FL = floração (114-198 DAT); FR = frutificação (199-253 DAT).

**Figura 1.** Diâmetro polar (A) e equatorial (B), número de frutos por planta (C) produção por planta – PROD (D) e peso médio de frutos – PMF (E) do maracujazeiro-azedo 'BRS GA1' em função das estratégias de irrigação com águas salinas e adubação potássica.

Contudo, não houve diferença significativa entre as plantas irrigadas com água de  $4,0 \text{ dS m}^{-1}$  durante as fases vegetativa e de floração. A redução nos componentes de produção do maracujazeiro-azedo sob estresse salino, possivelmente está associado ao dispêndio energético em decorrência de várias alterações metabólicas, como a peroxidação de lipídios, redução no teor de clorofila, aumento da síntese de espécies reativas de oxigênio e atividade enzimática antioxidante (QUEIROZ et al., 2012).

## CONCLUSÕES

O diâmetro polar e o número de frutos de maracujazeiro-azedo foram reduzidos nas plantas irrigadas com água de 4,0 dS m<sup>-1</sup> nas fases vegetativa e de floração. O maracujazeiro-azedo é sensível ao estresse salino na fase de floração, com diminuição na produção por planta e peso médio de frutos. As doses de potássio não influenciam de forma significativa na produção do maracujazeiro-azedo, independente da fase fenológica.

## AGRADECIMENTOS

Ao 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.

## REFERÊNCIAS

- AHANGER, M. A.; TOMAR, N. S.; TITTAL, M.; ARGAL, S.; AGARWAL, R. M. Plant growth under water/salt stress: ROS production; antioxidants and significance of added potassium under such conditions. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, v. 23, n. 4, p. 731-744, 2017.
- ASTANEH, R. K.; BOLANDNAZAR, S.; NAHANDI, F. Z.; OUSTAN, S. The effects of selenium on some physiological traits and K, Na concentration of garlic (*Allium sativum* L.) under NaCl stress. **Information Processing in Agriculture**, v. 5, n. 1, p. 156-161, 2018.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8.ed. Viçosa: Ed. UFV. 2013. 625p.
- COSTA, A. de F. S. da; COSTA, A. N. da; VENTURA, J. A.; FANTON, 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. Incaper. Documentos, 162.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- KOTAGIRI, D.; KOLLURU V. C. Effect of salinity stress on the morphology and physiology of five different coleus species. **Biomedical and Pharmacology Journal**, v. 10, n. 4, p. 1639-1649, 2017.



LIMA, G.S. de; DIAS, A. S.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. dos A.; NOBRE, R. G.; PINHEIRO, F. W. A.; SILVA, A. A. R. da. Gas exchanges and production of colored cotton under salt stress and nitrogen fertilization. **Bioscience Journal**, v. 33, n. 6, p. 1495-1505, 2017.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanism of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, n. 1, p. 651-681, 2008.

NUNES, J. C.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; SOUZA, J. T. A.; ALMEIDA, D. J. de; ORESCA, D.; FERNANDES, P. D. Gas exchange and productivity of yellow passion fruit irrigated with saline water and fertilized with potassium and biofertilizer. **Ciencia e Investigación Agraria**, v. 44, n. 2, p. 168-183, 2017.

QUEIROZ, H. M.; SODEK, L.; HADDAD, C. R. B. Effect of salt on the growth and metabolism of Glycine max. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 55, n. 6, p. 809-817, 2012.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (org.) **Manual de métodos de análise de solo**. 3.ed. Brasília: Embrapa, 2017. 573p.