

TAXA DE CRESCIMENTO RELATIVO DE MUDAS DE MARACUJAZEIRO IRRIGADO COM ÁGUA SALINA E SUBMETIDO A MÉTODOS DE APLICAÇÃO E CONCENTRAÇÕES DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO

Emanoel dos Santos Vasconcelos¹, Reginaldo Gomes Nobre², Lauriane Almeida dos Anjos Soares³, Allysson Régis Praxedes Moreira⁴, Ana Paula Nunes Ferreira⁵, Maria do Socorro Medeiros de Souza⁵

RESUMO: O peróxido de hidrogênio fornecido de forma prévia tem potencial de promover aclimação em plantas submetidas a diferentes estresses. Dessa forma, objetivou-se com esta pesquisa avaliar a taxa de crescimento relativo do maracujazeiro cv. SCS437 Catarina irrigado com água salina sob concentrações e métodos de aplicação de peróxido de hidrogênio. Os tratamentos foram constituídos de combinações a partir de dois níveis de condutividade elétrica da água de irrigação – CEa (0,5 e 3,2 dS m⁻¹), quatro concentrações de peróxido de hidrogênio - H₂O₂ (0, 12, 24 e 36 µM) e três métodos de aplicação de peróxido de hidrogênio (M1 = embebição das sementes, M2 = aplicação via pulverização foliar e M3 = aplicação por embebição das sementes e pulverização foliar), em arranjo fatorial 2 × 4 × 3, distribuídos no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições e uma planta por parcela. Os métodos de aplicação não atenuaram os efeitos da salinidade da água de irrigação sobre a TCRnf. A CEa de 3,2 dS m⁻¹ diminui a TCRdc de maracujazeiro cv. SCS437 Catarina. A aplicação de 36 µM de H₂O₂ resulta em maior TCRap. Plantas pulverizadas com H₂O₂ apresentaram menores valores de TCRaf com o aumento da concentração de H₂O₂.

PALAVRAS-CHAVE: Aclimação, estresse salino, irrigação.

RELATIVE GROWTH RATE OF PASSION FRUIT SEEDLINGS IRRIGATED WITH SALINE WATER AND SUBMITTED TO APPLICATION METHODS AND HYDROGEN PEROXIDE CONCENTRATIONS

¹ Doutorando em Agronomia (Produção Vegetal), UFAL, BR-104, Km 85, CEP 57100-000, Rio Largo, AL. Fone (82) 3214-1317. E-mail: emanoeldsvpgm@gmail.com

² Prof. Doutor, Departamento de Ciências e Tecnologia, UFERSA, Carauás, RN

³ Profa. Doutora, UFCG, Campina Grande, PB

⁴ Engenheiro Agrônomo, UFERSA, Mossoró, RN

⁵ Doutoranda em Manejo de Solo e Água, UFERSA, Mossoró, RN

ABSTRACT: Previously supplied hydrogen peroxide has the potential to promote acclimatization in plants subjected to different stresses. Thus, the aim of this research was to evaluate the relative growth rate of passion fruit cv. SCS437 Catarina irrigated with saline water under hydrogen peroxide concentrations and application methods. The treatments consisted of combinations from two levels of electrical conductivity of irrigation water - ECa (0.5 and 3.2 dS m⁻¹), four concentrations of hydrogen peroxide - H₂O₂ (0, 12, 24 and 36 µM) and three methods of application of hydrogen peroxide hydrogen (M1= seed imbibition, M2= application via foliar spraying and M3= application by seed imbibition and foliar spraying), in a 2 × 4 × 3 factorial arrangement, distributed in a completely randomized design, with four replications and a plant by installment. The application methods did not attenuate the effects of irrigation water salinity on the TCRnf. The ECa of 3.2 dS m⁻¹ decreases the TCRdc of passion fruit cv. SCS437 Catarina. The application of 36 µM of H₂O₂ results in higher TCRap. Plants sprayed with H₂O₂ showed lower TCRaf values with increasing H₂O₂ concentration.

KEYWORDS: Acclimatization, salt stress, irrigation.

INTRODUÇÃO

O maracujazeiro é uma cultura com grande relevância econômica e social principalmente para pequenos e médios produtores (SOUZA et al., 2020). Por isso, torna-se indispensável o desenvolvimento de tecnologias que visem melhorar o desempenho desta cultura em regiões semiáridas devida as limitações em função da baixa disponibilidade hídrica e excesso de sais solúveis nos solos (ANDRADE, 2018).

O peróxido de hidrogênio (H₂O₂) fornecido de forma previa tem potencial de melhorar a resposta das plantas as adversidades ambientais e desta forma tendo melhores rendimentos (OLIVEIRA, 2019). Diante disso, o objetivo desta pesquisa é avaliar a taxa de crescimento relativo do maracujazeiro cv. SCS437 Catarina irrigado com água salina sob concentrações e métodos de aplicação de peróxido de hidrogênio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de setembro a novembro de 2022, em ambiente protegido (ambiente com 70% de sombreamento, e medindo 9 x 4 x 2,5 m), pertencente à

Universidade Federal Rural do Semiárido - UFRSA, localizada em Caraúbas, Rio Grande do Norte - RN, Brasil, cujas coordenadas geográficas são 05°46'23" S e 37°34' 12" W e altitude de 144 m.

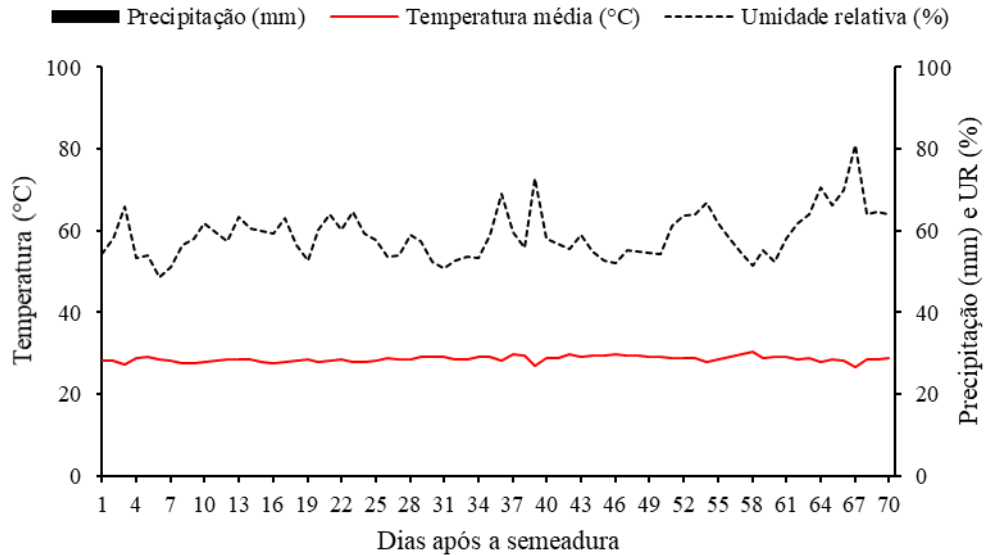


Figura 1. Dados de precipitação, temperatura média e umidade relativa do ar média (UR), coletados no período de 02 de setembro a 08 de novembro de 2022, obtidos através de estação meteorológica automática, localizada na UFRSA, campus Caraúbas – RN (UFRSA, 2022).

Os tratamentos foram constituídos a partir de dois níveis de condutividade elétrica da água de irrigação – CE_a (0,5 e 3,2 dS m⁻¹), quatro concentrações de peróxido de hidrogênio - H₂O₂ (0, 12, 24 e 36 µM) e três métodos de aplicação de H₂O₂ (M1 = embebição das sementes, M2 = aplicação via pulverização foliar e M3 = aplicação por embebição das sementes e pulverização foliar), em arranjo fatorial 2 × 4 × 3, distribuídos no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições e uma planta por parcela.

Os valores de condutividade elétrica da água foram escolhidos com base no estudo realizado por Silva et al. (2019), e as soluções foram preparadas de forma a ter uma proporção equivalente de 7:2:1 para Na:Ca:Mg, respectivamente, através da dissolução de NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O em água de abastecimento local (0,5 dS m⁻¹), conforme a equação (RHOADES et al., 1992):

$$C = CE_a * 10 \quad (1)$$

Em que,

C = Concentração de sais em mmolc L⁻¹

CE_a = condutividade elétrica da água em dS m⁻¹

As concentrações de H₂O₂ e o tempo de aplicação foram estabelecidos com base nos estudos de Silva et al. (2019) e Veloso et al. (2021). As concentrações foram preparadas

diluindo H₂O₂ em água destilada, enquanto o tratamento 0 µM foi obtido usando apenas água destilada.

Para semeadura foram utilizadas sacolas plásticas com capacidade de 1150 mL, cujo preenchimento foi feito com solo franco argiloso da zona rural de Caraúbas - RN, coletado na profundidade de 0-20 cm e, adicionado 5% em base peso, de esterco bovino curtido. As sacolas apresentavam furos na base para permitir a livre drenagem e foram dispostas em estrados de madeira a 15 cm de altura, para facilitar o manejo.

Seguindo a metodologia proposta por Teixeira et al. (2017) antes do início do experimento foram analisadas as características químicas e físico-hídricas do substrato utilizado no experimento (Tabela 1).

Tabela 1. Características químicas e físico-hídricas do substrato utilizado para o semeio do maracujazeiro cv. BRS Gigante Amarelo, UFERSA, 2022.

Areia		Silte		Argila		Classificação textural	CEes	pHes H ₂ O	M.O			
-----g kg ⁻¹ -----							dS m ⁻¹		g kg ⁻¹			
446		411		143		Franca	0,68	6,03	37			
P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	(H + Al)	SB	T	CTC	V	m	PST
mg dm ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³ -----										-----%-----	
134,2	0,87	0,15	17,11	1,14	0,0	0,58	19,27	19,27	19,27	97	0	1

M.O – Matéria orgânica: Digestão Úmida Walkley-Black; Ca²⁺ e Mg²⁺ extraídos com KCl 1 mol L⁻¹ pH 7,0; Na⁺ e K⁺ extraídos utilizando-se NH₄OAc 1 mol L⁻¹ pH 7,0; Al³⁺ e (H⁺+ Al³⁺) extraídos utilizando-se CaOAc 1 mol L⁻¹ pH 7,0; CEes – condutividade elétrica do extrato de saturação do substrato a 25°C; pHes – pH do extrato de saturação do substrato.

Antes do semeio, elevou-se o teor de umidade do solo até alcançar a capacidade máxima de retenção utilizando-se a água de 0,5 dS m⁻¹ até o momento da estabilização da emergência das plântulas, que ocorreu aos 27 DAS, quando se iniciou as irrigações com os níveis salinos. Após o semeio, a irrigação foi realizada diariamente aplicando-se em cada sacola plástica, um volume de água de forma a manter a umidade do substrato próxima à capacidade de campo, sendo o volume aplicado determinado de acordo com a necessidade hídrica das plantas, estimada pelo balanço de água mediante subtração de volume drenado do volume aplicado na irrigação anterior, acrescido de uma fração de lixiviação de 0,10 a cada 10 dias, visando evitar acúmulo excessivo de sais na zona radicular.

A adubação com nitrogênio, fósforo e potássio foi realizada conforme Novais et al. (1991), aplicando o equivalente a 100 mg N, 300 mg P₂O₅ e 150 mg K₂O kg⁻¹ de solo, nas formas de uréia (45% de N), fosfato monoamônico (52% de P₂O₅) e cloreto de potássio (60 % de K₂O), respectivamente. O fosforo foi aplicado como dose basal, enquanto N e K foram aplicados em cobertura, via fertirrigação, aos 30 DAS, utilizando irrigação manual. Uma solução de micronutrientes na concentração de 1,0 g L⁻¹ do produto comercial Dripsol® micro,

contendo Mg (1,1%), Zn (4,2%), B (0,85%), Fe (3,4%), Mn (3,2 %), Cu (0,5%) e Mo (0,05%) foram aplicados aos 30 e 50 DAS via foliar, nas faces adaxial e abaxial, utilizando-se um pulverizador costal.

Antes da semeadura, as sementes dos tratamentos embebição e embebição + pulverização foliar passaram por um pré-tratamento com peróxido de hidrogênio, onde foram embebidas nas concentrações de 12, 24 e 36 μM de H_2O_2 , por um período de 24 horas; por sua vez, as sementes do tratamento 0 μM H_2O_2 foram embebidas em água destilada, as concentrações foram obtidas pela diluição de 35% de H_2O_2 puro em água deionizada.

Aos 23, 38 e 53 DAS às plantas dos tratamentos M2 (pulverização foliar) e M3 (embebição das sementes + pulverização foliar) foram submetidas a aplicação de H_2O_2 , nas concentrações de 12, 24 e 36 μM de H_2O_2 , por meio de pulverização nas faces adaxial e abaxial, de modo a se obter o molhamento completo das folhas. As pulverizações foram feitas manualmente as 17:00 horas, com o uso de um borrifador, aplicando-se um volume de 3 mL por planta, esse volume foi aumentando conforme o tamanho das plantas no qual foi ajustado para o volume de 5 mL, além da utilização de um suporte para evitar a deriva do produto entre as plantas. O controle fitossanitário foi preventivo e/ou curativo quando houve incidência de alguma praga ou doença, plantas invasoras foram arrancadas manualmente sempre que necessário.

O crescimento do maracujazeiro foi avaliado aos 38 e 68 DAS, determinando-se: número de folhas (NF), por contagem simples das folhas verdes de cada planta, considerando folhas com o limbo totalmente aberto; diâmetro do caule (DC), com paquímetro digital a 3 cm de altura do colo da planta; altura da planta (AP), considerando a distância entre o colo e o ponto de inserção da folha mais nova, em cm; e área foliar (AF), obtida de acordo com Cavalcante et al. (2011), conforme equação:

$$AF = 5,71 + 0,647 * X \quad (2)$$

Em que,

AF - Área foliar (cm^2);

X - Produto do comprimento da folha pela largura da folha (cm).

De posse desses dados (NF, DC, AP e AF), foram determinadas as taxas de crescimento relativo no período compreendido entre 38 e 68 DAS, do número de folhas (TCRnf), diâmetro do caule (TCRdc), altura da planta (TCRap) e área foliar (TCRaf) de mudas de maracujazeiro de acordo com a metodologia de Benincasa (2003):

$$TCR = (\ln A2 - \ln A1)/(t2 - t1) \quad (3)$$

Em que,

TCR = Taxa de crescimento relativo;

ln= logaritmo neperiano;

A2 = variável em estudo (NF, DC, AP e AF), obtido no final do período;

A1 = variável em estudo (NF, DC, AP e AF), obtida no início do período de estudo;

t2 – t1 = diferença de tempo entre as observações, em dias.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância, com Teste F (1 e 5% de probabilidade) e, quando significativo, realizou-se análise de regressão para o fator doses de peróxido de hidrogênio. As médias dos fatores níveis salinos da água de irrigação e forma de aplicação de peróxido de hidrogênio foram comparados pelo teste de Tukey (1 e 5% de probabilidade), utilizando software estatístico SISVAR/UFLA (FERREIRA, 2011)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se, através do resumo da análise de variância (Tabela 2) efeito significativo dos níveis de salinidade sobre a taxa de crescimento relativo do número de folhas (TCRnf) e do diâmetro do caule (TCRdc) de mudas de maracujazeiro cv. SCS437 Catarina. Já o fator concentrações de H₂O₂ analisado de forma isolada, afetou significativamente a taxa de crescimento relativo da altura da planta (TCRap). Houve efeito significativo da interação entre os fatores (NS × M) sobre a TCRnf. A interação entre os fatores (H₂O₂ × M) apresentou efeito significativo sobre a taxa de crescimento relativo da área foliar (TCRaf) no período de 38 a 68 DAS.

A salinidade da água de irrigação afetou negativamente a TCRnf e, de acordo com o teste de comparação de médias (Figura 2A), houve reduções nesta variável com o aumento da CEa para 3,2 dS m⁻¹ independentemente do método de aplicação. Esse efeito pode ser observado pois em condições de salinidade há uma restrição a absorção de água pela planta resultando em reduções no crescimento (NOBREGA et al., 2023).

Tabela 2. Resumo da análise de variância referente a taxa de crescimento relativo do número de folhas (NF), diâmetro caulinar (DC), altura de planta (AP) e área foliar (AF) do maracujazeiro cv. SCS437 Catarina em função de distintas condutividades elétrica da água de irrigação combinadas com concentrações de peróxido de hidrogênio e métodos de aplicação de H₂O₂ no período de 38 a 68 DAS.

Fonte de Variação	Quadrado Médio			
	TCRnf	TCRdc	TCRap	TCRaf
Níveis salino (NS)	0,00042**	0,00011*	0,00005 ^{ns}	0,00000 ^{ns}
Concentrações de H ₂ O ₂	0,00000 ^{ns}	0,00003 ^{ns}	0,00015**	0,00008 ^{ns}
Reg, Linear	0,00000 ^{ns}	0,00009 ^{ns}	0,00033**	0,00009 ^{ns}
Reg, Quadrática	0,00000 ^{ns}	0,00000 ^{ns}	0,00005 ^{ns}	0,00015 ^{ns}
Métodos de aplic. H ₂ O ₂ (M)	0,00001 ^{ns}	0,00001 ^{ns}	0,00003 ^{ns}	0,00006 ^{ns}
Interação (NS × H ₂ O ₂ × M)	0,00002 ^{ns}	0,00001 ^{ns}	0,00009 ^{ns}	0,00008 ^{ns}
Interação (NS × H ₂ O ₂)	0,00001 ^{ns}	0,00003 ^{ns}	0,00002 ^{ns}	0,00008 ^{ns}
Interação (NS × M)	0,00003*	0,00005 ^{ns}	0,00002 ^{ns}	0,00007 ^{ns}
Interação (H ₂ O ₂ × M)	0,00001 ^{ns}	0,00002 ^{ns}	0,00002 ^{ns}	0,00009*
Bloco	0,00003*	0,00001 ^{ns}	0,00040**	0,00006 ^{ns}
CV (%)	23,63	25,49	13,48	14,80

^{ns}, **, * respectivamente não significativos, significativo a $p \leq 0,01$ e significativo a $p \leq 0,05$; CV= coeficiente de variação.

O aumento da salinidade interferiu isoladamente a TCRdc (Figura 2B) com redução de 13,89% na maior salinidade em relação a menor. Em resposta a estresses a planta tende a se regular a essa nova condição, através de ajustes metabólicos, consumindo dessa forma energia que seria destinada ao crescimento, resultando em menores crescimentos, como observado nesse estudo para a variável em questão (SILVA et al., 2021).

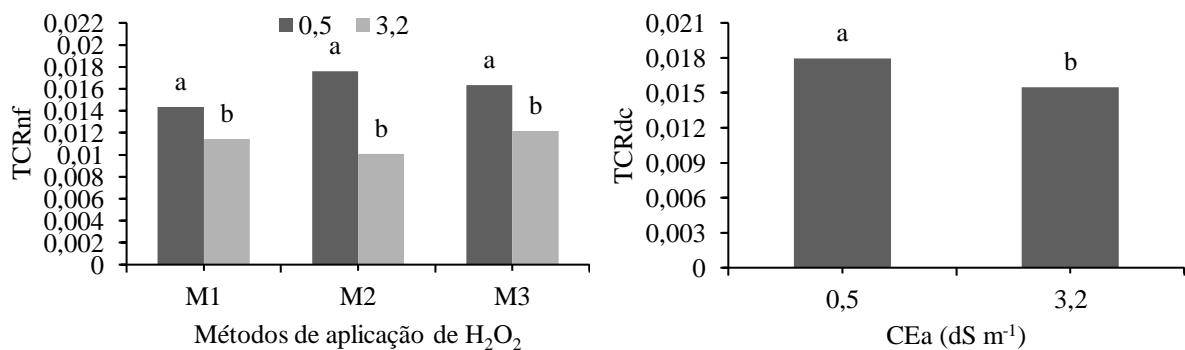


Figura 2. Taxa de crescimento relativo do número de folhas – TCRnf (A) em função da interação entre os fatores (NS x M) e taxa de crescimento relativo do diâmetro do caule – TCRdc (B) em função da salinidade da água de irrigação.

As concentrações de H₂O₂ apresentaram resposta isolada sobre o TCRap e, de acordo com equação de regressão (Figura 3A), houve comportamento linear, com acréscimo de 0,49% por elevação unitária na concentração de H₂O₂, resultando em aumentos de 17,64% na maior relação a menor concentração (0 μM). O peróxido de hidrogênio pode induzir a produção de compostos como pigmentos e antioxidantes enzimáticos e não enzimáticos que, podem melhorar o desempenho vegetal evitando a degradação das estruturas celulares em função da

ação de espécies reativas de oxigênio, além de atuarem na proteção das plantas contra patógenos (GOHARI et al., 2020).

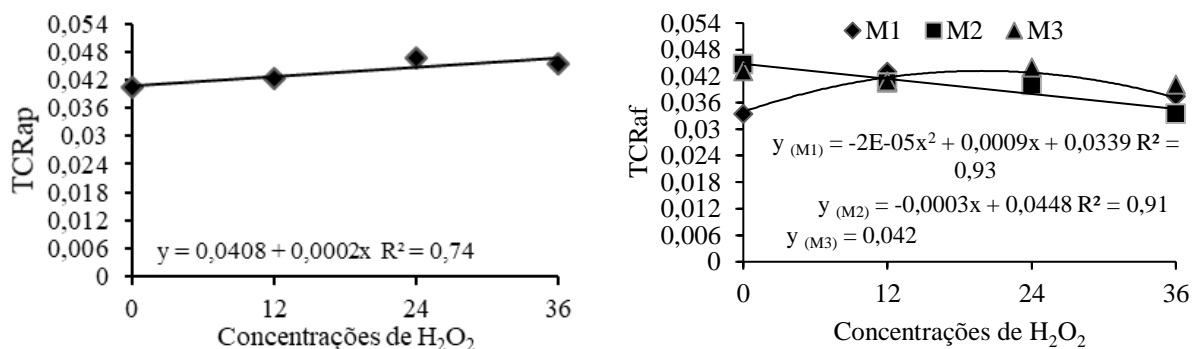


Figura 3. Taxa de crescimento relativo da altura da planta – TCRap (A) em função das concentrações de H₂O₂ e taxa de crescimento relativo da área foliar –TCRaf (B) em função da interação entre os fatores (H₂O₂ x M).

Houve interação dos fatores (H₂O₂ × M) sobre a TCRaf (Figura 3B) em que para plantas embebidas em H₂O₂ (M1) foi verificado comportamento quadrático, onde a maior média (0,043 cm² cm⁻² dia⁻¹) foi obtida na concentração de 12 μM. Já em plantas que foram pulverizadas com H₂O₂ (M2) o comportamento foi linear decrescente, com reduções de 0,68% por aumento unitário na concentração de H₂O₂, culminando em uma redução de 24,54% em plantas que receberam a maior em relação a menor concentração. Para plantas submetidas a M3 não houve diferença significativa entre as concentrações de H₂O₂ apresentando média de 0,042 cm² cm⁻² dia⁻¹. Nos M1 e M3 a exposição ao H₂O₂ se deu de forma previa e isso provavelmente pode ter beneficiado os efeitos positivos no desenvolvimento vegetal como a proteção das plantas a estresses bióticos e abióticos (VELOSO et al., 2021).

CONCLUSÕES

Os métodos de aplicação não atenuaram os efeitos da salinidade da água de irrigação sobre a TCRnf. A CEa de 3,2 dS m⁻¹ diminui a TCRdc de maracujazeiro cv. SCS437 Catarina. A aplicação de 36 μM de H₂O₂ resulta em maior TCRap. Plantas pulverizadas com H₂O₂ apresentaram menores valores de TCRaf com o aumento da concentração de H₂O₂.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, E. M. G. **Águas Salinas E Aplicação Foliar De Peroxido De Hidrogênio No Cultivo De Maracujazeiro Amarelo**. 2018. 104f. Tese (Doutorado) – Programa De

Pósgraduação Em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual De Campina Grande, Campina Grande, 2018.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de Crescimento de Plantas, Noções Básicas**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.

CAVALCANTE, L. F.; DIAS, T. J.; NASCIMENTO, R.; FREIRE, J. L. O. Clorofila e carotenoides em maracujazeiro-amarelo irrigado com águas salinas no solo com biofertilizante bovino. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 1. p. 699-705, 2011.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

GOHARI, G.; ALAVI, Z.; ESFANDIARI, E.; PANAHIRAD, S.; HAJIHOSEINLOU, S.; FOTOPOULOS, V. Interaction between hydrogen peroxide and sodium nitroprusside following chemical priming of *Ocimum basilicum* L. against salt stress. **Physiologia Plantarum, Lund**, v. 168, n. 2, p. 361-373, 2020.

NOBRE, R. G.; RODRIGUES FILHO, R. A.; LIMA, G. S.; LINHARES, E. L. R.; SOARES, L. A. DOS A.; SILVA, L. A.; TEIXEIRA, A. D. S.; MACUMBI, N. J. V. Gas exchange and photochemical efficiency of guava under saline water irrigation and nitrogen-potassium fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 27, p. 429-437, 2023.

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

OLIVEIRA, L. E. M. **Temas em fisiologia vegetal**. 2019. Universidade Federal de Lavras. Disponível em: <http://www.ledson.ufla.br/respiracao_plantas/cadeia_TRANSPORTADORA-DEELETRONS/ESPECIES-REATIVAS-DE-OXIGENIO/>. Acesso em: 24 abr. 2023.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **The use of saline waters for crop production**. Rome: FAO, p. 133, 1992.

SILVA, A. A. R. DA.; LIMA, G. S. DE.; VELOSO, L. L. DE S. A.; AZEVEDO, C, A. V.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D.; SILVA, L. DE A. Peróxido de hidrogênio na aclimação de mudas de gravioleira sob salinidade da água de irrigação. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 20, n. 4. p-1441-1454, 2019.

SILVA, I. J.; SILVA, F. A.; FERNANDES, P. D.; DIAS, M. S.; LACERDA, C. N.; SILVA, A. A. R.; MARCELINO, A. D. A. L.; MELO, A. R.; REIS, L. S.; LIMA, R. F. Produção de mudas de maracujazeiro amarelo sob salinidade da água de irrigação. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 9, p. 1-10, 2021.

SOUZA, T. M. A.; MENDONÇA, V.; SILVA SÁ, F. V.; SILVA, M. J.; DOURADO, C. S. T. Silicato de cálcio como atenuador do estresse salino em mudas de maracujazeiro amarelo cv. BRS GA1. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 2, p. 509-517, 2020.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. Z. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. Ed. Brasília: EMBRAPA solos, p. 574, 2017.

VELOSO, L. L. S. A.; CAPITULINO, J. D.; LIMA, G. S.; AZEVEDO, C. A. V.; SILVA, A. A. R.; GHEY, H. R. Application methods of hydrogen peroxide in soursop seedlings irrigated with saline water. **Comunicata Scientiae**, v. 12, n. 1, p. 1-8, 2021.