

## EFICIÊNCIA FOTOQUÍMICA DE MUDAS DE GOIABEIRA SOB IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS SALINAS E PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO

Saulo Soares da Silva<sup>1</sup>, Geovani Soares de Lima<sup>2</sup>, Lauriane Almeida dos Anjos Soares<sup>3</sup>,  
Allysson Jonhny Torres Mendonça<sup>4</sup>, Jean Telvio Andrade Ferreira<sup>5</sup>, Fellype Jonathar Lemos  
da Silva<sup>6</sup>

**RESUMO:** Na região semiárida do Nordeste brasileiro normalmente as fontes hídricas possuem elevadas concentrações de sais dissolvidos, destacando-se como um fator limitante para produção de espécies sensíveis ao estresse salino. Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar a eficiência fotoquímica de mudas de goiabeira cv. Paluma irrigadas com águas salinas e aplicação exógena de peróxido de hidrogênio. O experimento foi conduzido em casa de vegetação utilizando-se o delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial  $5 \times 4$ , com três repetições, sendo cinco níveis de condutividade elétrica da água - CEa (0,3; 1,3; 2,3; 3,3 e 4,3  $\text{dS m}^{-1}$ ) e quatro concentrações de peróxido de hidrogênio –  $\text{H}_2\text{O}_2$  (0; 25; 50 e 75  $\mu\text{M}$ ). A salinidade da água de irrigação a partir de 0,3  $\text{dS m}^{-1}$  inibiu a eficiência fotoquímica das mudas de goiabeira cv. Paluma, aos 91 dias após a semeadura.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Psidium guajava* L., escassez de água, indução de tolerância.

## PHOTOCHEMICAL EFFICIENCY OF GUAVA SEEDLINGS UNDER IRRIGATION WITH SALINE WATER AND HYDROGEN PEROXIDE

**ABSTRACT:** In the semi-arid region of the Brazilian Northeast, water sources normally have high concentrations of dissolved salts, standing out as a limiting factor for the production of species sensitive to saline stress. In this context, the objective of this work was to evaluate the

<sup>1</sup> Bolsista de Pós-Doutorado Júnior do CNPq, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, CEP 58429-900, Campina Grande, Paraíba. Fone (83) 99908-3364. E-mail: saulosoares90@gmail.com

<sup>2</sup> Prof. Doutor, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB. E-mail: geovaniisoareslima@gmail.com

<sup>3</sup> Profa. Doutora, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB. E-mail: laurispo.agronomia@gmail.com

<sup>4</sup> Aluno de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: allyssonjonhny@hotmail.com

<sup>5</sup> Aluno de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: jeantelvioagronomo@gmail.com

<sup>6</sup> Discente do curso de Agronomia, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB. E-mail: fellypeitapb@gmail.com

photochemical efficiency of guava seedlings cv. Paluma irrigated with saline water and exogenous application of hydrogen peroxide. The experiment was carried out in a greenhouse using a randomized block design, in a  $5 \times 4$  factorial scheme, with three replications, with five levels of electrical conductivity of water - EC<sub>w</sub> (0.3; 1.3; 2.3; 3.3 and 4.3 dS m<sup>-1</sup>) and four concentrations of hydrogen peroxide – H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (0; 25; 50 and 75 μM). Irrigation water salinity from 0.3 dS m<sup>-1</sup> inhibited the photochemical efficiency of guava seedlings cv. Paluma, 91 days after sowing.

**KEYWORDS:** *Psidium guajava* L., water scarcity, tolerance induction.

## INTRODUÇÃO

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) é uma frutífera tropical encontrada em todo o Brasil, com destaque para a cultivar Paluma pela grande aceitação de seu fruto pelos consumidores, sendo consumida in natura ou na forma de produtos industrializados (MONTES et al., 2016). Apesar da importância dessa fruteira para a região Nordeste, as características climáticas, como irregularidade pluviométrica, temperatura elevada e altas taxas de evapotranspiração, têm limitado a produtividade dos cultivos, o que torna indispensável a prática da irrigação (SILVA et al., 2018; LIMA et al., 2022). Contudo, as fontes de águas disponíveis nessa região normalmente possuem elevados teores de sais que podem interferir de forma negativa no crescimento e produção dos cultivos, em função de seus efeitos de natureza osmótica e/ou iônica (MELO et al., 2018). Em geral, os danos proporcionados pelo estresse salino são causados pelos efeitos osmóticos e iônicos, restringindo a absorção de água e nutrientes e induzindo a toxicidade de íons tóxicos, principalmente pelo Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup>, que ocasiona alterações nos processos fisiológicos e metabólicos das plantas (DIAS et al., 2019). O excesso de sais na água pode causar efeitos deletérios nas trocas gasosas, síntese de pigmentos fotossintéticos, e nos sinais de fluorescência da clorofila (NUNES et al., 2017; SÁ et al., 2018; LIMA et al., 2020). Uma forma de amenizar os efeitos dos sais sobre as plantas é através da aplicação do peróxido de hidrogênio. O H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> pode estimular a síntese de proteínas e carboidratos solúveis, que atuam como solutos orgânicos, e contribuem para o ajustamento osmótico, permitindo maior absorção de água e nutrientes (CARVALHO et al. 2011). Partindo deste pressuposto, objetivou-se com este trabalho avaliar a eficiência fotoquímica de mudas de goiabeira cv. Paluma irrigadas com águas salinas e aplicação exógena de peróxido de hidrogênio.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante o período de janeiro a abril de 2022, sob condições de ambiente protegido (casa de vegetação) do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em Pombal, PB, situado pelas coordenadas geográficas 6°48'16" S, 37°49'15" O e altitude média de 144 m.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, em arranjo fatorial  $5 \times 4$ , cujos tratamentos foram constituídos de cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação – CEa (0,3; 1,3; 2,3; 3,3 e 4,3 dS m<sup>-1</sup>) e quatro concentrações de peróxido de hidrogênio – H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (0, 25, 50 e 75 µM), com três repetições e duas plantas por parcela. Neste estudo foram utilizadas sementes da cultivar Paluma.

As mudas foram formadas em sacolas de polietileno com dimensões de 15 × 30 cm, preenchidas com mistura numa proporção de 2:1:1 (em base de volume) de um Neossolo Regolítico (*Entisol - Psamments*) de textura franco-arenosa, areia e matéria orgânica (esterco bovino curtido). O solo foi proveniente da zona rural do município de São Domingos, PB, coletados na profundidade de 0-20 cm. As características físicas e químicas de solo obtidas conforme a metodologias de Teixeira et al. (2017) estão dispostas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Características químicas e físicas do solo utilizado no experimento, antes da aplicação dos tratamentos.

pH H <sub>2</sub> O) (1:2,5)	MO g kg <sup>-1</sup>	P (mg kg <sup>-1</sup> )	Características químicas					
			K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>
8,53	3,10	77,30	0,56	0,20	5,08	5,11	0	0
.....Características químicas.....			.....Características físicas.....					
CE <sub>es</sub> (dS m <sup>-1</sup> )	CTC cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	RASes (mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>0,5</sup>	PST %	Fração granulométrica (g kg <sup>-1</sup> )			Umidade (dag kg <sup>-1</sup> )	
0,46	10,95	1,02	1,83	Areia	Silte	Argila	33,42 kPa <sup>1</sup>	1519,5 kPa <sup>2</sup>
				775,70	180,90	43,40	12,45	5,00

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; RASes - Relação de adsorção de sódio do extrato de saturação; PST - Percentagem de sódio trocável; 1,2 referindo o teor de umidade no solo correspondente a capacidade de campo e ponto de murchamento permanente

A adubação com nitrogênio, fósforo e potássio foi realizada conforme recomendação de Cavalcanti (2008) considerando-se as exigências nutricionais da cultura e os teores dos elementos no solo. Como fonte de nitrogênio foi utilizada a ureia (45% de N) e o fosfato monoamônio (50% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 11% de N), de potássio o sulfato de potássio (50% de K<sub>2</sub>O) e de fósforo o fosfato monoamônio (50% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 11% de N), cujas aplicações foram realizadas quinzenalmente. As adubações com micronutrientes foram realizadas semanalmente via foliar, com início aos 10 DAT, aplicando-se 1,0 g L<sup>-1</sup> de Dripsol Micro® (1,2% magnésio, 0,85% boro, 3,4% ferro, 4,2% zinco, 3,2% manganês, 0,5% cobre e 0,06% molibdênio).

As concentrações de peróxido de hidrogênio foram preparadas a partir da diluição em água destilada. Foram feitas aplicações aos 28 e 42 dias após o semeio (DAS), pulverizando-se de modo a se obter o molhamento completo das folhas, (faces abaxial e adaxial das folhas), utilizando-se de um borrifador, cujas aplicações foram realizadas a partir das 17:00 horas.

Os diferentes níveis de condutividade elétrica da água foram obtidos a partir da adição de NaCl, conforme os tratamentos pré-estabelecidos tomando-se, como base, a água proveniente do sistema de abastecimento de Pombal-PB (0,3 dS m<sup>-1</sup>), cuja quantidade foi determinada considerando a relação entre a CEa e a concentração de sais (RICHARDS, 1954). conforme a Eq. 1:

$$Q \approx 10 \times CE_a \quad (1)$$

Em que:

C = Soma dos cátions (mmolc L<sup>-1</sup>); e,

CEa = condutividade elétrica da água (dS m<sup>-1</sup>)

Antes do semeio, foi determinado o volume de água necessária para elevar o teor de umidade do solo até o nível correspondente a capacidade de campo, aplicando-se água de acordo com os tratamentos estabelecidos. Após 10 dias da emergência (DAE), a irrigação foi realizada, diariamente, às 17 horas, aplicando-se, em cada sacola, o volume correspondente ao obtido pelo balanço de água, sendo o volume de água a ser aplicado determinado pela Eq. 2:

$$VI = \frac{(V_a - V_d)}{(1 - FL)} \quad (2)$$

Em que:

VI - volume de água a ser usado no evento de irrigação (mL);

Va - volume aplicado no evento de irrigação anterior (mL);

Vd - volume drenado no evento de irrigação anterior (mL); e,

FL - fração de lixiviação de 0,10.

Os efeitos dos tratamentos sobre a cultura foram mensurados pela eficiência fotoquímica, que foi quantificada em folhas totalmente expandidas (maduras) usando um Analisador de Eficiência de Planta portátil - PEA II® (Hansatech Instruments Co., Reino Unido). As folhas selecionadas para a análise foram pré-adaptadas ao escuro com cliques específicos e, após um período de 30 minutos, as leituras foram realizadas no período da manhã, entre 07h00 e 10h00, aos 91 DAS. Em seguida, foram realizadas sob condições de luz, usando uma luz atuante com pulso de saturação multi-flash, anexado a um clipe para determinar a inicial fluorescência antes do pulso de saturação (Fs), fluorescência máxima após adaptação à luz de saturação (Fms), taxa

de transporte de elétrons (ETR), eficiência quântica do fotossistema II (Y), radiação fotossinteticamente ativa (PAR) e temperatura da folha (LTemp, em °C).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, pelo teste F em nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade e nos casos de significância, realizou-se análise de regressão polinomial para os níveis de condutividade elétrica da água e concentrações de peróxido de hidrogênio, utilizando-se do software SISVAR versão 5.7 (FERREIRA, 2019).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

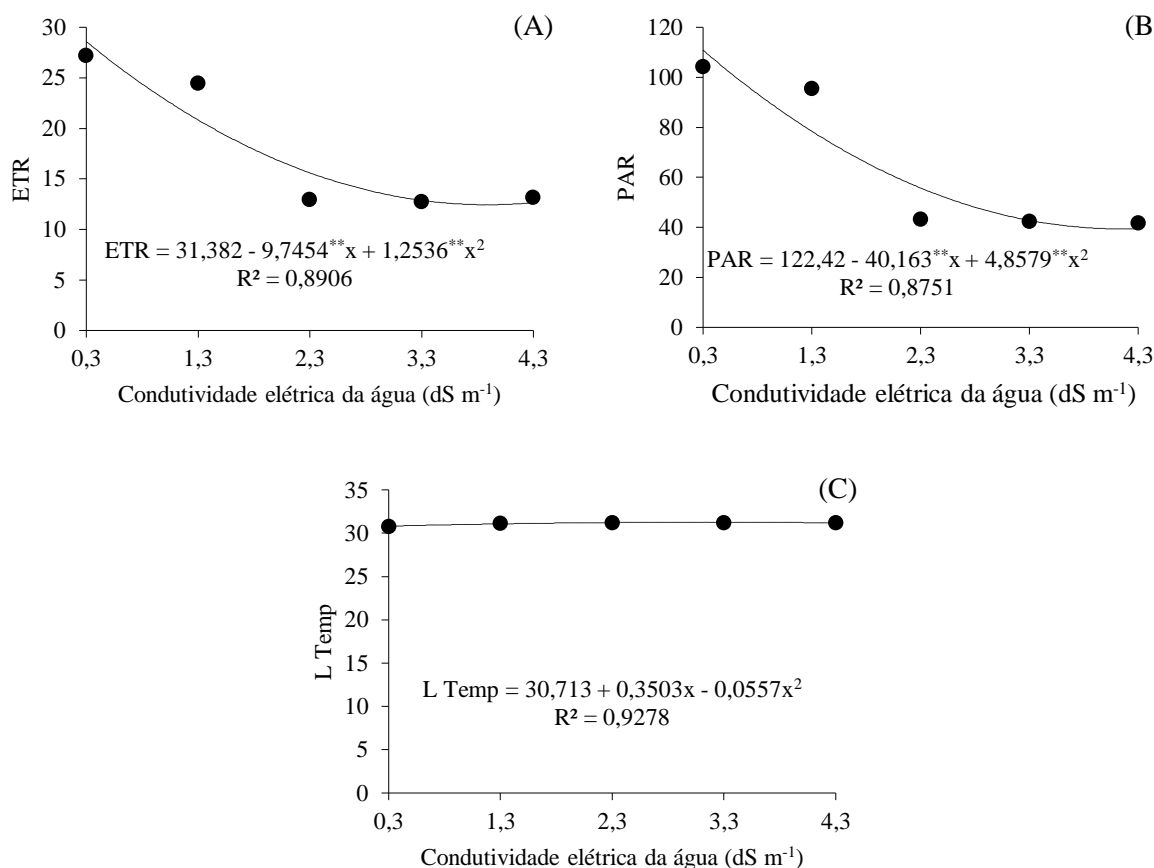
Houve diferença significativa dos níveis de salinidade da água (CEa) ( $p \leq 0,01$ ) para taxa de transporte de elétrons (ETR), radiação fotossinteticamente ativa (PAR) e temperatura da folha (LTemp) (Tabela 2). As concentrações de peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ), bem como a interação entre os fatores (CEa  $\times$   $H_2O_2$ ) estudados, não afetaram de forma significativa nenhuma das variáveis analisadas, aos 91 dias após a semeadura.

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para inicial fluorescência antes do pulso de saturação (Fs), fluorescência máxima após adaptação à luz de saturação (Fms), taxa de transporte de elétrons (ETR), eficiência quântica do fotossistema II (Y), radiação fotossinteticamente ativa (PAR) e temperatura da folha (LTemp) de mudas de goiabeira cultivadas sob diferentes condutividades elétricas da água (CEa) de irrigação e aplicação exógena de peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) aos 91 dias após a semeadura (DAS).

Fonte de variação	G	Quadrados médios					
		Fs	Fms	ETR	Y	PAR	LTemp
Condutividades elétricas da água (CEa)	4	856,1 <sup>ns</sup>	2180,2 <sup>n</sup> <sub>s</sub>	607,38 <sup>*</sup>	16625 <sup>n</sup> <sub>s</sub>	12014 <sup>*</sup>	0,42 <sup>**</sup>
Regressão Linear	1	2210,2 <sup>ns</sup>	6365,6 <sup>n</sup> <sub>s</sub>	1900,0 <sup>*</sup>	33197 <sup>n</sup> <sub>s</sub>	38092 <sup>*</sup>	1,06 <sup>**</sup>
Regressão Quadrática	1	660,0 <sup>ns</sup>	2244,0 <sup>n</sup> <sub>s</sub>	263,2 <sup>**</sup>	23782 <sup>n</sup> <sub>s</sub>	3963 <sup>**</sup>	0,51 <sup>**</sup>
Peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ )	3	875,0 <sup>ns</sup>	1825,0 <sup>n</sup> <sub>s</sub>	47,5 <sup>ns</sup>	16645 <sup>n</sup> <sub>s</sub>	480 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>
Regressão Linear	1	774,4 <sup>ns</sup>	3633,1 <sup>n</sup> <sub>s</sub>	22,0 <sup>ns</sup>	29967 <sup>n</sup> <sub>s</sub>	820 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>
Regressão Quadrática	1	666,6 <sup>ns</sup>	1837,0 <sup>n</sup> <sub>s</sub>	22,3 <sup>ns</sup>	16653 <sup>n</sup> <sub>s</sub>	232 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>
Interação (CEa $\times$ $H_2O_2$ )	1 2	305,4 <sup>ns</sup>	1027,1 <sup>n</sup> <sub>s</sub>	19,23 <sup>**</sup>	16633 <sup>n</sup> <sub>s</sub>	163 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
Blocos	2	10252,3 <sup>*</sup>	5201,2 <sup>*</sup>	549,6	16692 <sup>n</sup> <sub>s</sub>	14550 <sup>*</sup>	4,05 <sup>**</sup>
Resíduo	3 8	902,0	1554,5	67,9	16645	1470	0,09
CV (%)		35,88	14,03	45,51	17,35	58,57	0,98

\*\*significativo a 0,01 de probabilidade; \*significativo a 0,05 de probabilidade; ns não significativo.

A salinidade da água de irrigação inibiu a eficiência fotoquímica das mudas de goiabeira cv. Paluma (Figura 1A, 1B e 1C), obtendo-se os máximos estimados para ETR, PAR e L Temp de 28,57; 110,80; e 30,62, respectivamente, quando as plantas foram irrigadas com água de 0,3 dS m<sup>-1</sup>, a partir desse nível ocorreram reduções nas variáveis mensuradas. O excesso sais na água pode reduzir a ETR devido à inativação de transportadores de elétrons fotossintéticos e respiratórios (ALLAKHVERDIEV et al., 1999), possivelmente levando a inativação do transporte fotossintético de elétrons através de proteínas (ALLAKHVERDIEV et al., 2000), além disso, redução de transporte de elétrons pode ter ocorrido devido aos danos ao PSII e processos fotoinibitórios, e a baixa taxa de fluxo de elétrons para a produção de ATP e NADPH (GHANNOUM et al., 2003).



**Figura 1.** Taxa de transporte de elétrons – ETR (A), radiação fotossinteticamente ativa – PAR (B) e temperatura foliar – L Temp (C) de mudas de goiabeira em função salinidade da água de irrigação, aos 91 dias após a semeadura.

A redução ocorrida na PAR (Figura 1B) reflete as modificações no estado funcional de membranas tilacóides de seus cloroplastos, resultando em alterações nas características de sinais de fluorescência de clorofila (FREIRE et al., 2014). A diferença de temperatura foliar em plantas com e sem estresse (Figura 1C), se fundamenta no estado hídrico das plantas, no comportamento estomático e na perda de calor latente por meio da transpiração. Entretanto,

todo esse processo pode variar conforme a intensidade e duração do estresse (OLIVEIRA et al., 2005), situação que pode ter contribuído para redução desta variável, já que a avaliação foi realizada aos 91 DAS, ou seja, as mudas passaram por um longo período de estresse.

## CONCLUSÕES

A salinidade da água de irrigação a partir de  $0,3 \text{ dS m}^{-1}$  inibe a eficiência fotoquímica das mudas de goiabeira cv. Paluma, aos 91 dias após a semeadura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLAKHVERDIEV, S. I.; NISHIYAMA, Y.; SUZUKI, I.; TASAKA, Y.; MURATA, N. Genetic engineering of the unsaturation of fatty acids in membrane lipids alters the tolerance of *Synechocystis* to salt stress. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 96, n. 10, p.5862–5867, 1999.

ALLAKHVERDIEV, S. I.; SAKAMOTO, A.; NISHIYAMA, Y.; MURATA, N. Inactivation of photosystems I and II in response to osmotic stress in *Synechococcus*: Contribution of water channels. **Plant Physiology**, v. 122, n. 4, p. 1201–1208, 2000.

CARVALHO, F. E. L.; LOBO, A. K. M.; BONIFACIO, A.; MARTINS, M. O.; L NETO, M. C.; SILVEIRA, J. A. G. Aclimação ao estresse salino em plantas de arroz induzida pelo pré-tratamento com  $\text{H}_2\text{O}_2$ . **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 4, p. 416–423, 2011.

DIAS, A. S.; LIMA, G. S. DE; PINHEIRO, F. W. A.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. DOS A. Gas exchanges, quantum yield and photosynthetic pigments of West Indian cherry under salt stress and potassium fertilization. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 2, p. 429-439, 2019.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, p. 529-535, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>>.

FREIRE, J. L. DE O.; DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; FERNANDES, P. D.; LIMA NETO, A. J. DE. Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob salinidade

hídrica, biofertilização e cobertura morta. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 1, p. 82-91, 2014.

GHANNOUM, O.; CONROY, J. P.; DRISCOLL, S. P.; PAUL, M. J.; FOYER, C. H.; LAWLOR, D. W. Non-stomatal limitations are responsible for drought-induced photosynthetic inhibition in four C4 grasses. **New Phytologist**, v. 159, n. 3, p. 835–844, 2003.

LIMA, G. S. DE; FÉLIX, C. M.; SILVA, S. S. DA; SOARES, L. A. DOS A.; GHEYI, H. R.; SOARES, M. D. M.; SOUSA, P. F. DO N.; FERNANDES, P. D. Gas exchange, growth, and production of mini-watermelon under saline water irrigation and phosphate fertilization. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 41, n. 6, Suplemento 2, p.3039-3052, 2020.

LIMA, G. S. DE; PINHEIRO, F. W. A.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. DOS A.; SOUSA, P. F. DO N.; FERNANDES, P. D. Saline water irrigation strategies and potassium fertilization on physiology and fruit production of yellow passion fruit. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 26, p. 180-189, 2022.

LUDLOW, M. M.; MUCHOW, R. C. A critical evaluation of traits for improving crop yields in water limited environments. **Advances in Agronomy**, v. 43, n. 1, p. 107-153, 1990.

MELO, E. N. DE; NOBRE, R. G.; PINHEIRO, F. W. A.; SOUZA, L. DE P.; LIMA, G. S. DE; GHEYI, H. R.; ELIAS, J. J.; SILVA, W. L. DA. Evaluation of West Indian cherry (*Malpighia emarginata*) rootstock under saline water irrigation and nitrogen fertilization. **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, p. 1034-1040, 2018.

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. 168-193, 2017.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Department of Agriculture, Washington, USA. 160p. 1954.

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