

## PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO COMO AMENIZADOR DO ESTRESSE SALINO EM PLANTAS DE GERGELIM

José Joedson Lima Silva<sup>1</sup>, Alzira Maria de Sousa Silva Neta<sup>2</sup>, Fagner Nogueira Ferreira<sup>3</sup>,  
Geovani Soares de Lima<sup>4</sup>, Luderlândio de Andrade Silva<sup>5</sup>,  
Diogenes Damarsio Andrade de Sousa<sup>6</sup>

**RESUMO:** O gergelim é uma oleaginosa cuja importância socioeconômica deve-se, principalmente, à sua utilização na indústria alimentícia e à sua ampla adaptabilidade às condições edafoclimáticas do semiárido do Nordeste brasileiro. No entanto, é comum nesta região a ocorrência de águas com elevadas concentrações de sais, destacando-se como um dos estresses abióticos limitantes da produção agrícola. Neste contexto, objetivou-se avaliar os efeitos da aplicação exógena do peróxido de hidrogênio nas trocas gasosas do gergelim cultivado sob diferentes níveis de salinidade da água. O experimento foi conduzido em condição de campo, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus Pombal. Os tratamentos resultaram da combinação entre dois fatores: quatro níveis de salinidade da água de irrigação (0,3; 1,3; 2,3 e 3,3 dS m<sup>-1</sup>) associados a quatro concentrações de peróxido de hidrogênio (0, 15, 30, 45 µM). A pulverização foliar com peróxido de hidrogênio foi realizada em uma única aplicação, aos 27 dias após o semeio. A concentração de 15 µM de peróxido de hidrogênio induziu a recuperação da concentração interna de CO<sub>2</sub> das plantas de gergelim sob estresse salino. Porém, a condutância estomática, a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> e a transpiração foram afetadas pela salinidade da água a partir de 0,3 dS m<sup>-1</sup>.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Sesamum indicum* L. Salinidade. Tolerância.

<sup>1</sup> Mestrando em Horticultura Tropical, UFCG, Campus Pombal, PB. Fone (88) 996531189. e-mail: joedsonbio@hotmail.com

<sup>2</sup> Mestranda em Horticultura Tropical, UFCG, Campus Pombal, PB.

<sup>3</sup> Mestrando em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB.

<sup>4</sup> Prof. Doutor, Programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical, UFCG, Campus Pombal, PB.

<sup>5</sup> Mestrando em Horticultura Tropical, UFCG, Campus Pombal, PB.

<sup>6</sup> Doutorando em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande PB.

## **HYDROGEN PEROXID AS AN ATTENUATOR OF SALT STRESS IN SESAME PLANTS**

**ABSTRACT:** Sesame is an oilseed whose socioeconomic importance is mainly due to its use in the food industry and its broad adaptability to the edaphoclimatic conditions of the semiarid region of Brazilian northeast. However, it is common in this region the occurrence of waters with high salt concentrations, standing out as one of the limiting abiotic stresses of agricultural production. In this context, this study aimed to evaluate the effects of exogenous application of hydrogen peroxide on sesame gas exchange cultivated under different levels of water salinity. The experiment was carried out under field conditions at the Center for Agrifood Science and Technology of the Federal University of Campina Grande (UFCG), Campus Pombal. The treatments resulted from the combination of two factors: four levels of irrigation water salinity (0.3, 1.3, 2.3 and 3.3 dS m<sup>-1</sup>) associated with four concentrations of hydrogen peroxide (0, 15, 30, 45 µM). The 15 µM hydrogen peroxide concentration induced the recovery of the internal CO<sub>2</sub> concentration of sesame plants under salt stress. However, stomatal conductance, CO<sub>2</sub> assimilation rate and transpiration were affected by water salinity from 0.3 dS m<sup>-1</sup>.

**KEYWORDS:** *Sesamum indicum* L. Salinity. Tolerance.

### **INTRODUÇÃO**

O gergelim (*Sesamum indicum* L.) é uma oleaginosa nativa do continente africano, cujas sementes podem apresentar até 63% de óleo de qualidade para o consumo humano (Arriel et al., 2009). Apesar de sua importância econômica, o cultivo de gergelim no Brasil ainda é restrito a pequenas áreas, com apenas 15 mil toneladas produzidas em 25 mil hectares e produtividade média de 600 kg ha<sup>-1</sup> (Pinto et al., 2019).

Neste sentido, a espécie merece um grande incentivo em sua produção, não apenas por representar uma excelente opção agrícola ao alcance do pequeno e médio produtor, mas também por sua ampla adaptabilidade às condições edafoclimáticas dos locais de clima quente e seco, como é o caso das regiões semiáridas (Arriel et al., 2009). No entanto, nessas regiões, a escassez de água tem se tornado um grande problema, limitando os recursos hídricos para o consumo humano e impulsionando o uso de águas de qualidade inferior na agricultura, a exemplo das águas salinas (Silva Sá et al., 2015).

Os principais danos causados nas plantas pela salinidade são a inibição do crescimento, em virtude da redução na absorção de água, e o acúmulo de grandes quantidades de íons nos tecidos vegetais, promovendo a toxicidade iônica e o desequilíbrio nutricional (Sousa et al., 2010). Em face dos problemas causados pela salinidade, uma alternativa que vem sendo difundida na mitigação dos efeitos do estresse salino é a aplicação exógena de agentes que induzam a aclimação das plantas, como o peróxido de hidrogênio (Gondim, 2012).

Desta forma, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da aplicação exógena do peróxido de hidrogênio nas trocas gasosas do gergelim cultivado sob diferentes níveis de salinidade da água.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de maio a julho de 2019, em condição de campo, nas dependências do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus Pombal, Paraíba, Brasil. Os tratamentos resultaram da combinação entre dois fatores: quatro níveis de salinidade da água de irrigação – CEa (Testemunha – 0,3; 1,3; 2,3 e 3,3 dS m<sup>-1</sup>) associados a quatro concentrações de peróxido de hidrogênio (0, 15, 30, 45 µM), utilizando-se o delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 4, com três repetições, totalizando 48 unidades experimentais.

As sementes de gergelim vermelho foram semeadas em vasos plásticos de 20 L contendo uma camada inicial de 0,3 kg de brita na base e preenchido com material de solo. Os níveis de condutividade elétrica da água foram preparados a partir da dissolução do cloreto de sódio (NaCl) na água de irrigação, com o auxílio de um condutivímetro portátil. A quantidade de NaCl a ser adicionada foi determinada a partir da equação de Richards (1954) e as irrigações foram realizadas diariamente, às 17:00 h, aplicando-se em cada vaso a quantidade de água necessária para manter a umidade do solo próximo à capacidade de campo.

As diferentes concentrações de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> foram obtidas pela diluição do H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> em água destilada e a pulverização foliar foi realizada aos 27 dias após o semeio (DAS), ao final da tarde, com um borrifador manual. Somente quatro dias após a aplicação do H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, as plantas foram submetidas aos diferentes níveis de salinidade, de acordo com cada tratamento, sendo as avaliações realizadas aos 35 DAS.

As trocas gasosas foram avaliadas através da taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (*A*) ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), transpiração (*E*) ( $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), condutância estomática (*gs*) ( $\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e a concentração interna de CO<sub>2</sub> (*Ci*) ( $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) na terceira folha madura contada a partir do ápice. Para tais determinações, utilizou-se um equipamento portátil, contendo um analisador de gás infravermelho - IRGA (*Infra Red Gas Analyser*, modelo LCpro – SD, da ADC Bioscientific, UK).

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, nos casos de significância, foi realizada a análise de regressão polinomial e o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), através do *software* estatístico SISVAR SISVAR-ESAL 5.1 (Ferreira, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme ilustra a Tabela 1, houve interação significativa entre os diferentes níveis de salinidade e as concentrações de peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) apenas para a concentração interna de CO<sub>2</sub> (*Ci*). Apesar de todas os tratamentos com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> se ajustarem a um modelo quadrático significativo, a concentração de 15  $\mu\text{M}$  promoveu um maior incremento nesta variável quando comparado com as demais (Figura 1).

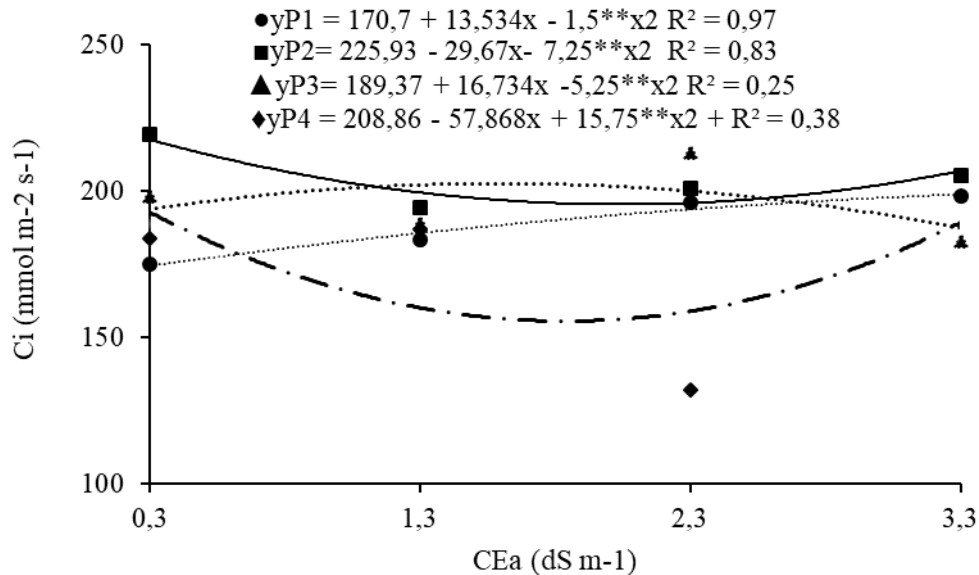
**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para a concentração interna de CO<sub>2</sub> (*Ci*), transpiração (*E*), condutância estomática (*gs*) e taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (*A*) do gergelim após indução ao estresse salino e a aplicação exógena de peróxido de hidrogênio.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio			
		<i>Ci</i>	<i>E</i>	<i>gs</i>	<i>A</i>
Níveis salinos	3	289.07 <sup>ns</sup>	0.316 <sup>**</sup>	0.004194 <sup>**</sup>	27.52 <sup>**</sup>
Doses de peróxido	3	1889.29 <sup>**</sup>	0.012 <sup>ns</sup>	0.000739 <sup>ns</sup>	3.062 <sup>ns</sup>
Interação NS x DP	9	1167.28 <sup>**</sup>	0.074 <sup>ns</sup>	0.000300 <sup>ns</sup>	4.958 <sup>ns</sup>
Blocos	2	97.00	0.165	0.000569	0.574
Resido	30	153.02	0.059	0.000435	4.076
C.V		6.47	10.37	12.46	12.31

\*, \*\* = significativo ao nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade; <sup>NS</sup> = não significativo; GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação.

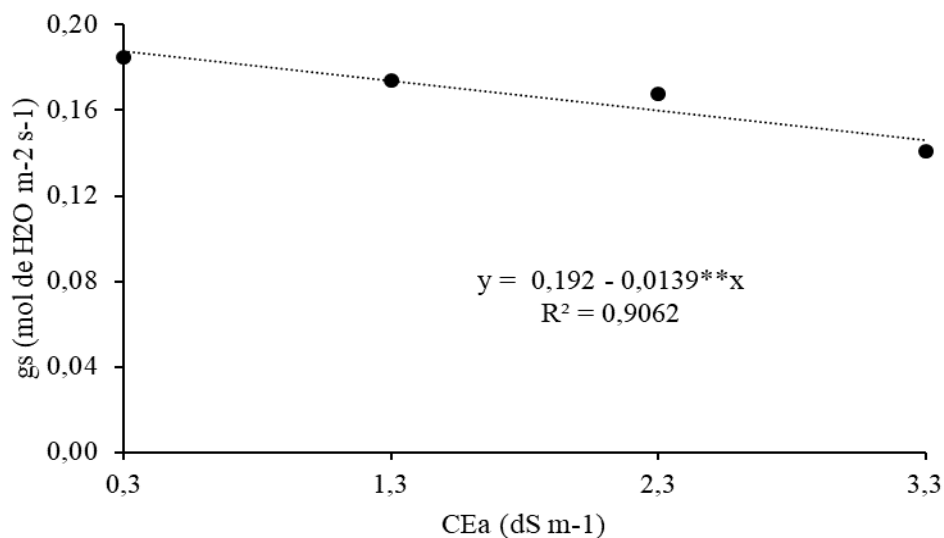
No nível salino mais alto (3,3 dS m<sup>-1</sup>), a concentração interna de CO<sub>2</sub> (*Ci*), alcançou 205,33 mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, valor aproximado ao obtido pela mesma concentração de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> no nível de salinidade com a menor condutividade elétrica (0,3 dS m<sup>-1</sup>). Este comportamento indica que, mesmo no nível de maior estresse, a concentração de 15  $\mu\text{M}$  foi suficiente para manter o

acúmulo de CO<sub>2</sub> nas células próximo ao desejável. De acordo com Racchi (2013), altos níveis de espécies reativas de oxigênio promovem toxidez nos tecidos celulares e, por isso, é completamente natural que o efeito sinalizador do H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> seja mais expressivo sob doses moderadas do composto.



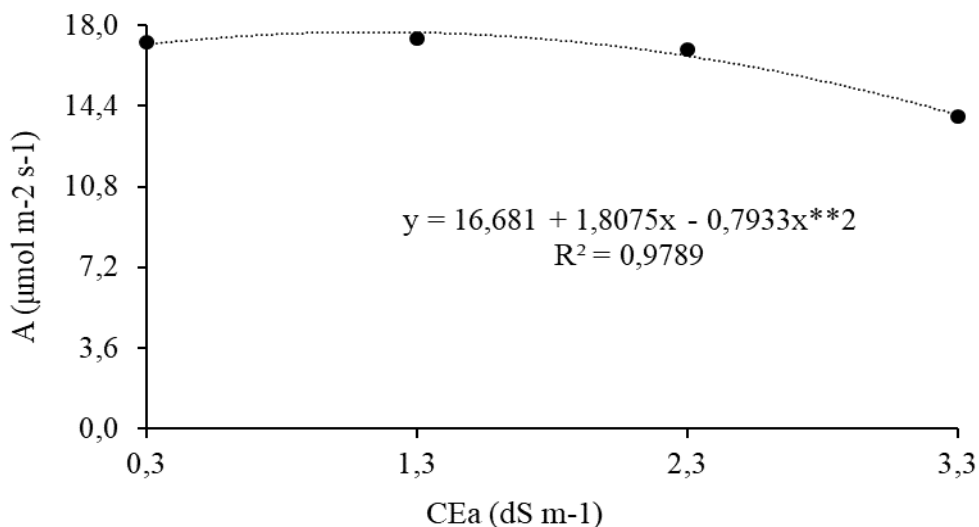
**Figura 1.** Concentração interna de CO<sub>2</sub> (*C<sub>i</sub>*) de plantas de gergelim cultivadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e aplicação exógena de peróxido de hidrogênio.

De acordo com a Figura 2, verifica-se uma redução linear na condutância estomática, cujo decréscimo foi de 7,23% por incremento unitário da CEa, ou seja, declínio de 0,15 mol de H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> entre as plantas irrigadas sob o nível salino mais alto (3,3 dS m<sup>-1</sup>) e o menor nível de CEa (0,3 dS m<sup>-1</sup>). O fechamento estomático é um dos primeiros mecanismos de defesa a se manifestar diante de uma situação de estresse e, portanto, pode-se dizer que a condutância estomática é uma das variáveis mais importantes para o início da percepção de estresses e estabelecimento da tolerância vegetal (Silva et al., 2014).



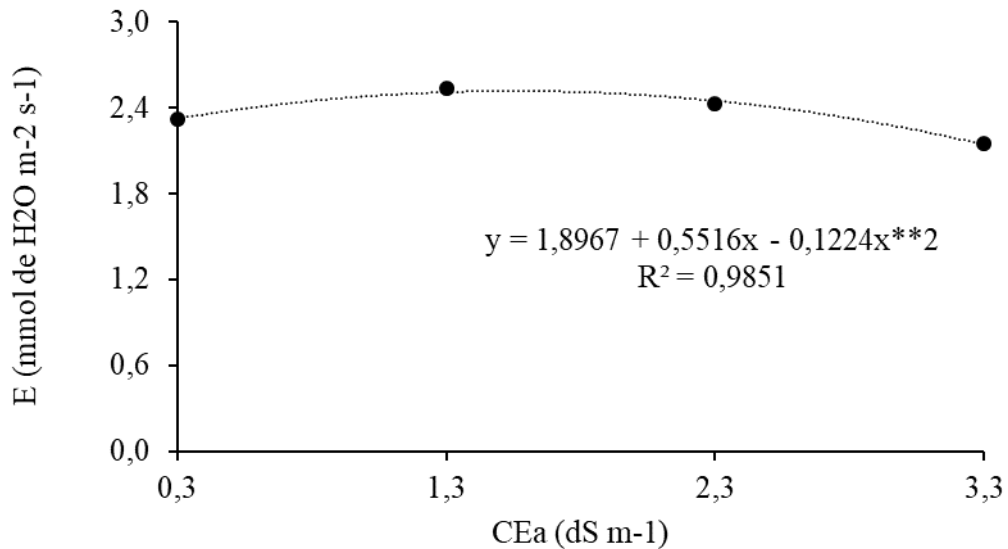
**Figura 2.** Condutância estomática (*gs*) de plantas de gergelim cultivadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e aplicação exógena de peróxido de hidrogênio.

A taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (*A*) das plantas de gergelim apresentou comportamento quadrático, com o valor máximo estimado (17,4 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) obtido no nível salino de 1,3 dS m<sup>-1</sup> e o menor no nível de CEa de 3,3 dS m<sup>-1</sup> (Figura 3). Geralmente, reduções nas trocas gasosas são atribuídas ao fechamento estomático ocasionado pela situação de estresse, que limita a aquisição de CO<sub>2</sub> pela planta. No entanto, estes valores inferiores nos níveis salinos mais altos podem indicar que a limitação do processo fotossintético não depende apenas do fator estomático, mas, também de possíveis danos causados pela efeito tóxico da salinidade nas estruturas celulares responsáveis pela assimilação de CO<sub>2</sub> ou de reduções na atividade enzimática da ribulose-1,5-bifosfato carboxilase/oxigenase (rubisco) (Araújo et al, 2019).



**Figura 3.** Taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (*A*) de plantas de gergelim cultivadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e aplicação exógena de peróxido de hidrogênio.

Em função das trocas gasosas serem reguladas pelos estômatos, a taxa transpiratória ( $A$ ) acompanhou a tendência da taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  e também apresentou os menores valores nos níveis mais altos de salinidade (Figura 4). O comportamento quadrático indicou uma elevação desta variável no nível salino de  $1,3 \text{ dS m}^{-1}$  seguida por um posterior decréscimo conforme a salinidade aumentou.



**Figura 4.** Transpiração ( $E$ ) de plantas de gergelim cultivadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e aplicação exógena de peróxido de hidrogênio.

De forma geral, o fechamento dos estômatos é uma resposta inicial da planta ao estresse salino, e minimiza a perda de água através do processo de transpiração (Herrera et al., 2010). Desta forma, a transpiração, a condutância estomática e a assimilação de  $\text{CO}_2$  são parâmetros complementares, e que servem, principalmente, para diagnosticar mudanças fisiológicas em plantas submetidas a diferentes tipos de estresse (Lacerda, 2015).

## CONCLUSÕES

A concentração de  $15 \mu\text{M}$  de peróxido de hidrogênio induziu a recuperação da concentração interna de  $\text{CO}_2$  das plantas de gergelim sob estresse salino. Porém, a condutância estomática, a taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  e a transpiração foram afetadas pela salinidade da água a partir de  $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ .

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, C. P.; AMORIM, E. V.; SOUZA, V. L.; BERTOLDE, F. Z.; SANTOS, I. C.; MANGABEIRA, P. A. O. Toxicidade de chumbo e alagamento do solo: mecanismos de sobrevivência utilizados pelas plantas. **Pindorama**, v. 9, n. 9, p. 21-21, 2019.
- ARRIEL, N. H. C.; BELTRÃO, N. E. M.; FIRMINO, P. T. **Gergelim: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039- 1042, 2011.
- GONDIM, F. A. **Pré-tratamento foliar com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> como estratégia para minimizar os efeitos deletérios da salinidade em plantas de milho**. 2012. 147 f. Tese (Doutorado em Bioquímica) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.
- HERRERA, A.; RENGIFO, E. TEZARA, W. Physiological responses to flooding in tropical tolerant trees. **Ecosistemas**, v. 19, n. 1, p. 37-51, 2010.
- LACERDA, F. H. D. **Peróxido de hidrogênio como amenizador da suscetibilidade do milho verde ao estresse salino**. 2015. 40f. (Dissertação de Mestrado em Horticultura Tropical), Programa de Pós-graduação em Horticultura Tropical, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2015.
- PINTO, L. A.; TAVARES, M. S.; PINTO, A. A.; CAMARA, F. T. Esterco bovino e bactérias condicionadoras de solo no desenvolvimento inicial de plantas de gergelim. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 18, n. 1, p. 71-75, 2019.
- RACCHI, M. L. Antioxidant Defenses in Plants with Attention to *Prunus* and *Citrus* spp. Antioxidants (Basel), **Switzerland**, v. 2, n. 4, p. 340-369, 2013.
- RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: United States Salinity Laboratory, 1954. 160 p. (USDA. Agriculture Handbook, 60).
- SILVA SÁ, F. V.; BRITO, M. E. B.; SILVA, L. A.; MOREIRA, R. C. L.; FERNANDES, P. D.; FIGUEIREDO, L. C. Fisiologia da percepção do estresse salino em híbridos de



tangerineira “Sunki Comum” sob solução hidropônica salinizada. **Comunicata Scientiae**, v. 6, n. 4, p. 463-470, 2015.

SILVA, L. D. A.; BRITO, M. E.; SÁ, F. V. D. S.; MOREIRA, R. C.; FILHO, W. D. S. S.; FERNANDES, P. D. Mecanismos fisiológicos em híbridos de citros sob estresse salino em cultivo hidropônico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. S1-S7, 2014.

SOUSA, G. G.; LACERDA, C. F.; CAVALCANTE, L. F.; GUIMARÃES, F. V.; BEZERRA, M. E. D. J.; SILVA, G. L. Nutrição mineral e extração de nutrientes de planta de milho irrigada com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental - Agriambi**, v. 14, n. 11, p. 1143-1151, 2010.