

## ÁCIDO SALICÍLICO NA MITIGAÇÃO DO ESTRESSE SALINO EM PIMENTÃO

All Big

André Alisson Rodrigues da Silva<sup>1</sup>, Geovani Soares de Lima<sup>2</sup>, Carlos Alberto Vieira de Azevedo<sup>3</sup>, Luana Lucas de Sá Almeida Veloso<sup>4</sup>, Cassiano Nogueira de Lacerda<sup>5</sup>, Hans Raj Gheyi<sup>6</sup>

**RESUMO:** Objetivou-se com o presente estudo, avaliar o efeito da aplicação exógena de ácido salicílico no acúmulo de fitomassas do pimentão cv. All Big sob estresse salino. O experimento foi desenvolvido em condições de casa de vegetação em Campina Grande, PB, adotando-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 4, sendo, quatro níveis de salinidade da água de irrigação – CEa (0,8; 1,6; 2,4 e 3,2 dS m<sup>-1</sup>) e quatro concentrações de ácido salicílico - AS (0; 1,2; 2,4 e 3,6 mM) e três repetições. A concentração de 1,6 mM de ácido salicílico possibilitou maior acúmulo de fitomassa seca da parte aérea, da raiz e total quando as plantas foram irrigadas com água de até 1,5 dS m<sup>-1</sup>. O aumento da salinidade da água de irrigação afetou negativamente a relação raiz/parte aérea das plantas de pimentão All Big.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Capsicum annuum* L., salinidade, elicitor.

## SALICYLIC ACID IN THE MITIGATION OF SALINE STRESS IN ALL BIG PEPPER

**ABSTRACT:** The objective of the present study was to evaluate the effect of exogenous salicylic acid application on the accumulation of phytomasses of sweet pepper cv. All Big under saline stress. The experiment was carried out under greenhouse conditions in Campina Grande, PB, adopting a completely randomized design in a 4 x 4 factorial scheme, with four levels of irrigation water salinity - CEa (0.8; 1.6 ; 2.4 and 3.2 dS m<sup>-1</sup>) and four concentrations of salicylic acid - AS (0; 1.2; 2.4 and 3.6 mM) and three repetitions. The concentration of 1.6

<sup>1</sup> Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande/UFCG, Rua: Aprígio Veloso, 882 - Bairro Universitário, CEP:58429-140, Campina Grande – PB, Brasil, andrealisson\_cgpb@hotmail.com.

<sup>2</sup> Prof. Doutor, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB.

<sup>3</sup> Prof. Doutor, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB.

<sup>4</sup> Doutoranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande/UFCG, Campina Grande, PB.

<sup>5</sup> Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande/UFCG, Campina Grande, PB

<sup>6</sup> Prof. Doutor, Núcleo de Engenharia de Solo e Água, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA

mM of salicylic acid allowed a greater accumulation of dry phytomass of the aerial part, root and total when the plants were irrigated with water of up to 1.5 dS m<sup>-1</sup>. The increase in salinity of irrigation water negatively affected the root / shoot ratio of All Big pepper plants.

**KEYWORDS:** *Capsicum annuum* L., salinity, elicitor.

## INTRODUÇÃO

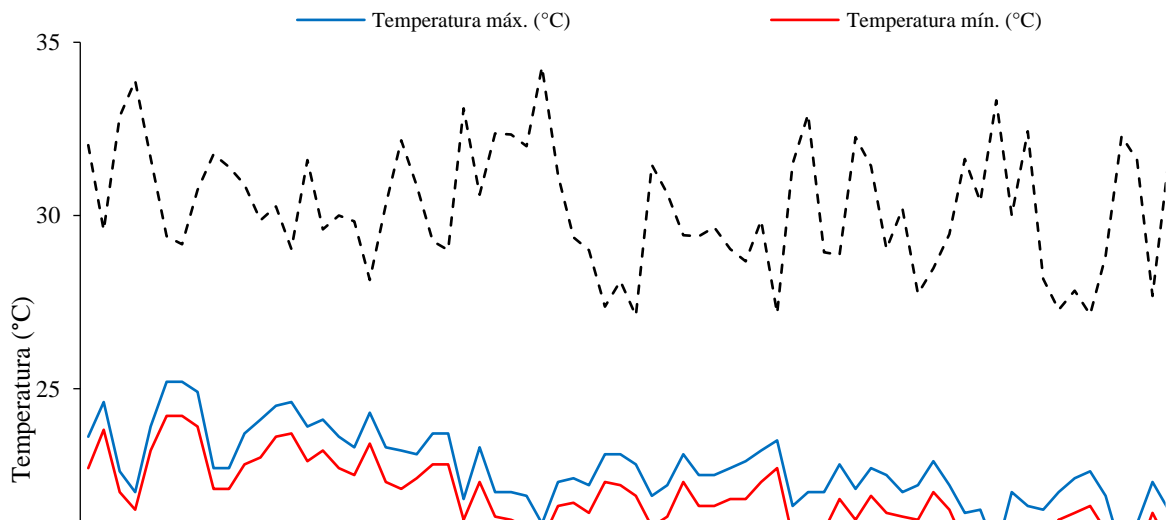
As altas concentrações de sais na água de irrigação resulta em desequilíbrio osmótico e iônico, causado sobretudo pela presença excessiva de íons de Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> (YAISH et al., 2016). Além disso, a salinidade da água de irrigação afeta a disponibilidade e absorção de nutrientes no solo, comprometendo o crescimento e o desenvolvimento das culturas (SAMADDAR et al., 2019). Os primeiros sintomas observados em plantas sob estresse salino incluem o atraso no aparecimento das folhas, necrose da parte aérea e das raízes e, redução da área foliar, afetando dessa forma o seu crescimento (RAHNESHAN et al., 2018).

A utilização de águas salinas para irrigação está condicionada a estratégias que minimizem os efeitos deletérios da salinidade no crescimento das culturas; dentre essas estratégias está à utilização de substâncias elicitoras, como ácido salicílico, que atuam na melhoria da eficiência dos processos metabólicos, resultando na aclimação aos estresses abióticos, incluindo o estresse salino (SILVA et al., 2019).

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é uma das hortaliças mais consumidas no Brasil, sua produção vem aumentando nos últimos anos, devido à melhor adaptação a ambientes protegidos do que outras culturas (SILVA et al., 2020). Apesar disso, o pimentão é considerado uma cultura sensível à salinidade. Neste contexto, objetivou-se com presente estudo, avaliar o efeito da aplicação exógena de ácido salicílico no acúmulo de fitomassas do pimentão cv. All Big sob estresse salino.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido entre os meses de maio e setembro de 2020 em casa de vegetação, pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola - UAEEA da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, em Campina Grande, Paraíba, nas coordenadas geográficas 7°15'18'' de latitude Sul, 35°52'28'' de longitude Oeste e altitude média de 550 m. Os dados de temperatura (máxima e mínima) e umidade relativa do local do experimento estão dispostos na Figura 1.



**Figura 1.** Temperatura (máxima e mínima) e umidade relativa do ar da área interna da casa de vegetação durante o período experimental.

Os tratamentos consistiram de quatro níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,8; 1,6; 2,4; e 3,2  $\text{dS m}^{-1}$ ) e quatro concentrações de ácido salicílico - AS (0; 1,2; 2,4 e 3,6 mM), no arranjo fatorial 4 x 4, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, perfazendo o total de 48 unidades experimentais. As concentrações de ácido salicílico (AS) foram estabelecidas de acordo com estudo desenvolvido por Abbaszadeh et al. (2020).

A cultivar de pimentão utilizada no experimento foi All Big, pertencente ao grupo Cascadura; Este material apresenta crescimento ereto, tamanho pequeno, polpa firme e espessa, de sabor adocicado, alta produtividade e ciclo de cerca de 110 dias, sendo tolerante à podridão do colmo (*Phytophthora capsici*) e ao mosaico comum (ToMV) (SILVA et al., 2020).

Para condução do experimento foram usados vasos de polietileno (Citropotes) de  $8 \text{ dm}^3$ , coberto com uma manta geotêxtil (Bidim OP 30), e preenchidos com uma camada de 0,3 kg de brita (nº 0) seguido de 8 kg de solo classificado como Neossolo Regolítico (Psamments - United States, 2014), coletado na profundidade de 0-30 cm, procedente do município de Lagoa Seca-PB, cujas as características físico-químicos foram determinadas de acordo com Teixeira et al. (2017):  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Al}^{3+} + \text{H}^+$  trocáveis = 2,60; 3,66; 0,16; 0,22 e 1,93  $\text{cmolc kg}^{-1}$ , respectivamente; pH (água: solo, 1:2,5) = 5,9; CEes = 1,0  $\text{dS m}^{-1}$ ; matéria orgânica = 1,36  $\text{dag kg}^{-1}$ ; P = 6,80  $\text{mg kg}^{-1}$ ; areia, silte e argila = 732,9, 142,1, e 125,0  $\text{g kg}^{-1}$ , respectivamente; densidade aparente = 1,39  $\text{kg dm}^{-3}$ ; umidade a 33,42 e 1519,5 kPa = 11,98 e 4,32  $\text{dag kg}^{-1}$ , respectivamente.

As águas de irrigação com diferentes níveis de condutividade elétrica foram preparados dissolvendo-se os sais NaCl, CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O e MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O, na proporção equivalente de 7:2:1, respectivamente, em água de abastecimento local (CEa = 0,38 dS m<sup>-1</sup>). Essa proporção é comumente encontrada em fontes de água utilizadas para irrigação em pequenas propriedades do Nordeste (MEDEIROS, 1992), com base na relação entre CEa e a concentração de sais (mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup> = 10\*CEa - dS m<sup>-1</sup>) recomendada por Richards et al. (1954).

Aos 30 dias após o semeio, iniciou-se a irrigação com as águas salinas, adotando-se um turno de rega de 3 dias, aplicando-se a água em cada lisímetro conforme tratamento de forma a manter a umidade do solo próximo à capacidade de campo e evitar o acúmulo excessivo de sais no solo, sendo a quantidade a ser aplicada determinada de acordo com a necessidade hídrica das plantas, estimada pelo balanço de água mediante subtração do volume drenado do volume aplicado da irrigação anterior, acrescido de uma fração de lixiviação de 0,15. A fração de lixiviação foi aplicada a cada 15 dias.

As concentrações de ácido salicílico foram obtidas a partir da diluição em 30% de álcool etílico (95,5%) e 70% de água destilada, por se tratar de uma substância de baixa solubilidade em água à temperatura ambiente. Para diminuir a tensão superficial das gotas na superfície foliar foi utilizado na preparação da solução o adjuvante Wil fix na concentração de 0,5 mL L<sup>-1</sup> de solução.

As aplicações foliares, foram iniciadas aos 25 dias após o semeio (DAS), com pulverizações nas faces abaxial e adaxial das folhas, em intervalos de 15 dias, até aos 70 DAS, utilizando-se de um pulverizador costal entre as 17:00 e 17:45 horas. O pulverizador utilizado é um modelo da Jacto - Jacto XP com capacidade de 12 L, possui pressão de trabalho (máxima) 88 psi (6 bar) e Bico JD 12P, o volume médio aplicado por planta foi de 250 mL.

As adubações com nitrogênio, fósforo e potássio foram baseadas em recomendação de Novais et al. (1991). Foi utilizada como fonte de nitrogênio a ureia, de fósforo o fosfato monoamônio, e de potássio o cloreto de potássio. Para atender a necessidade de micronutrientes, foi aplicado quinzenalmente uma solução nutritiva com 1,0 g L<sup>-1</sup> contendo: Mg (1,1%); Zn (4,2%); B (0,85%); Fe (3,4%); Mn (3,2%); Cu (0,5%); Mo (0,05%), aplicados via foliar, nas faces adaxial e abaxial, com o uso de um pulverizador costal.

Os efeitos dos tratamentos foram avaliados aos 105 DAS com base nas variáveis de fitomassa: fitomassa seca da parte aérea (FSPA), fitomassa seca da raiz (FSR), fitomassa seca total (FST) e a relação raiz/parte aérea (R/PA). Para obtenção da fitomassa seca, a haste de cada planta foi cortada rente ao solo e, em seguida, foram separadas as distintas partes (caule,

folha e raiz) e acondicionadas em saco de papel, posteriormente, foram postas para secar em estufa com ventilação forçada de ar, na temperatura de 65 °C, até a obtenção de peso constante. Após, o material foi pesado, obtendo-se a fitomassas.

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância ao nível de 0,05 de probabilidade, e nos casos de significância, realizou-se análise de regressão linear e quadrática, utilizando-se o software estatístico SISVAR-ESAL (FERREIRA, 2019). Para a escolha de modelo utilizou-se além de  $R^2$ , o significado biológico do fenômeno. Em caso de significância da interação entre fatores, foi utilizado o software TableCurve 3D para a elaboração das superfícies de resposta.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constata-se, de acordo com o resumo da análise de variância (Tabela 1), que a interação entre os níveis salinos (NS) e as concentrações de ácido salicílico (AS) influenciou de forma significativa todas as variáveis analisadas, exceto a relação raiz/parte aérea. Já os níveis salinos, afetaram significativamente ( $p < 0,01$ ) todas as variáveis. As concentrações de ácido salicílico proporcionaram efeito significativo para FSPA, FSR e FST.

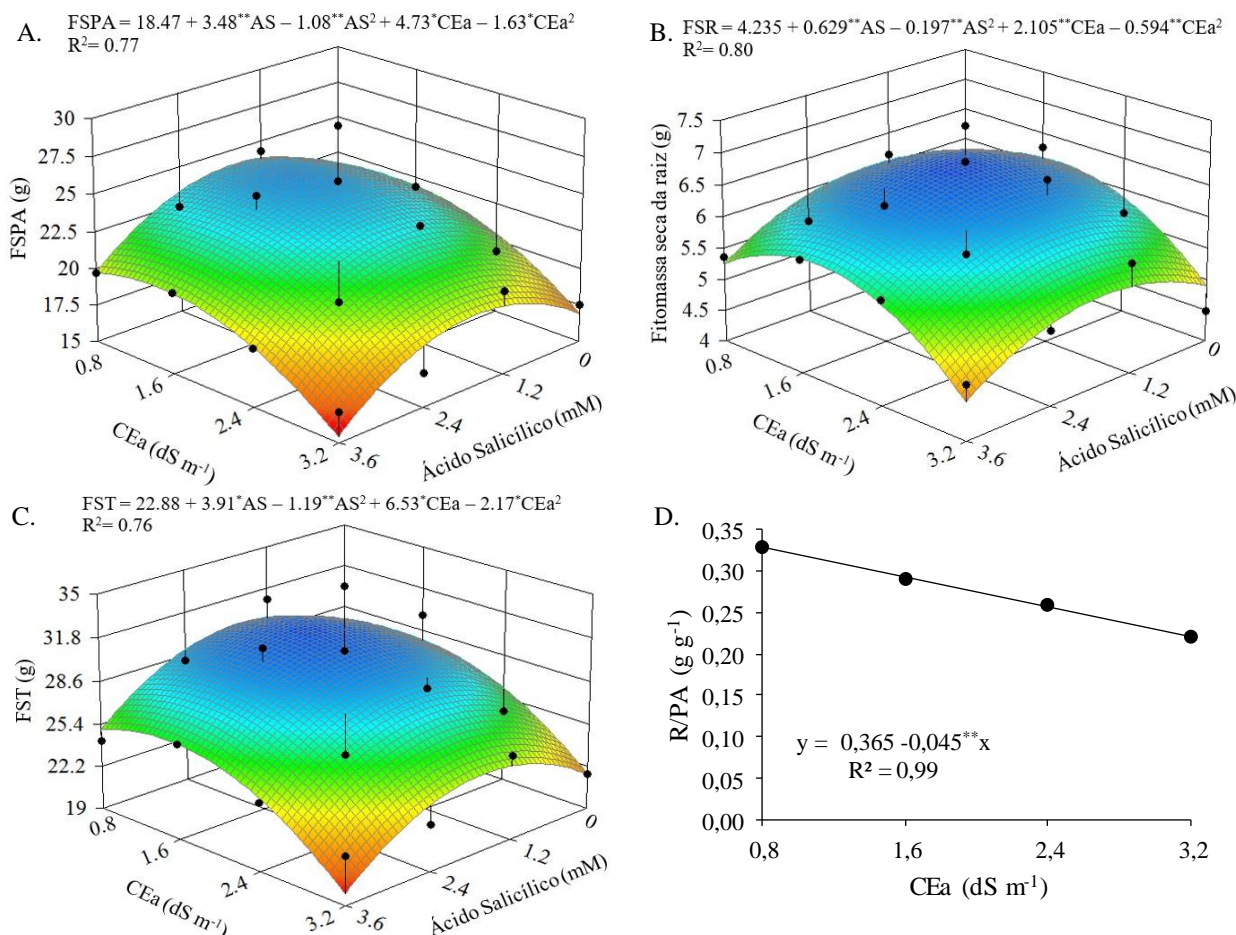
**Tabela 1.** Resumo da análise de variância referente à fitomassa seca da parte aérea (FSPA), fitomassa seca de raiz (FSR), fitomassa seca total (FST) e relação raiz/parte aérea de plantas de pimentão irrigadas com águas salinas e submetidas a aplicação foliar de ácido salicílico.

Fonte de variação	Quadrado médio			
	FSPA	FSR	FST	R/PA
Níveis Salinos (NS)	89,08**	7,90**	111,62**	0,02**
Regressão linear	249,08**	10,1**	327,88**	0,002**
Regressão quadrática	0,65 <sup>ns</sup>	5,31*	5,55 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>
Ácido Salicílico (AS)	32,52**	2,32*	51,83**	4,2x10 <sup>-5ns</sup>
Regressão linear	13,58*	0,61 <sup>ns</sup>	19,93*	2,7x10 <sup>-5ns</sup>
Regressão quadrática	67,28**	3,91*	106,66**	4,0x10 <sup>-6ns</sup>
Interação (NS x AS)	6,93**	1,42*	9,66**	3,3x10 <sup>-3ns</sup>
Resíduo	1,98	0,69	2,67	0,002
CV (%)	6,72	14,44	6,14	16,73

<sup>ns</sup>, \*, \*\* respectivamente não significativo, significativo a  $p < 0,05$  e  $p < 0,01$ . CV: Coeficiente de variação

A interação entre as concentrações de ácido salicílico e a condutividade elétrica da água de irrigação influenciou significativamente a fitomassa seca da parte aérea (FSPA), da raiz (FSR) e a fitomassa seca total (FST) das plantas de pimentão. Nota-se por meio das equações de regressão (Figura 2A, 2B e 2C) que as plantas submetidas à concentração de 1,6 mM de ácido salicílico e irrigadas com água de 1,5 dS m<sup>-1</sup> obtiveram o maior valor de FSPA (24,7 g planta<sup>-1</sup>), FSR (6,6 g planta<sup>-1</sup>) e FST (31,0 g planta<sup>-1</sup>), correspondendo a um aumento de 16,6% (3,5 g planta<sup>-1</sup>), 19,1% (1,06 g planta<sup>-1</sup>) e 16,06% (4,29 g planta<sup>-1</sup>) na FSPA, FSR e

FST respectivamente, quando comparadas as plantas testemunha, isto é, as plantas que não receberam tratamento com AS e irrigadas com água de 0,8 dS m<sup>-1</sup>. Já as plantas expostas a concentração de 3,6 mM de ácido salicílico e irrigadas com água de 3,2 dS m<sup>-1</sup> obtiveram a menor FSPA (15,5 g planta<sup>-1</sup>), FSR (4,6 g planta<sup>-1</sup>) e FST (20,2 g planta<sup>-1</sup>).



\*\*.\* Significativo a  $p \leq 0,01$  pelo teste F

**Figura 2.** Fitomassa seca das folhas - FSPA (A), do caule - FSR (B) e total - FST (C) das plantas de pimentão em função da interação entre a CEA e as concentrações de ácido salicílico e relação raiz/parte aérea - R/PA (D) das plantas de pimentão aos 105 DAS.

O efeito benéfico do AS até a concentração de 1,6 mM pode estar relacionado aos efeitos reguladores nos processos fisiológicos e bioquímicos nas plantas, como sua capacidade de impedir o declínio nos níveis de auxina e citocinina, levando a uma melhor divisão celular do meristema apical da raiz, promovendo dessa forma o crescimento das plantas (SHAKIROVA et al., 2003).

O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação reduziu a relação raiz/parte aérea do pimentão e, de acordo com a equação de regressão (Figura 2D), constata-se redução de 12,33% por aumento unitário da CEA. Ao comparar em termos relativos à R/PA das plantas irrigadas com água de maior salinidade (3,2 dS m<sup>-1</sup>) em relação as cultivadas com o menor nível salino (0,8 dS m<sup>-1</sup>), nota-se uma redução de 32,83% (0,108 g g<sup>-1</sup>). Resultados

semelhantes, foram observados por Sousa et al. (2017) em porta-enxerto de goiabeira, onde observaram redução na relação raiz/parte aérea das plantas quando irrigadas com águas salinas, evidenciando ter havido alteração na partição de massa seca em favor das folhas e não das raízes.

## CONCLUSÕES

A concentração de 1,6 mM de ácido salicílico proporciona maior acúmulo de fitomassa seca da parte aérea, da raiz e total do pimentão quando irrigada com água de até 1,5 dS m<sup>-1</sup>. O aumento da salinidade da água de irrigação afeta negativamente a relação raiz/parte aérea das plantas de pimentão.

## REFERÊNCIAS

- ABBASZADEH, B.; LAYEGHHAGHIGHI, M.; AZIMI, R.; HADI, N. Improving water use efficiency through drought stress and using salicylic acid for proper production of *Rosmarinus officinalis* L. **Industrial Crops and Products**, v. 144, n. 1, e111893, 2020.
- 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.
- MEDEIROS, J. F. **Qualidade de água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo GAT nos Estados de RN, PB e CE.** (Dissertação Mestrado). Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande. 1992, 173p.
- NOVAIS, R. F.; NEVES J. C. L.; BARROS N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA A. J. (ed) **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília: Embrapa-SEA. p. 189-253, 1991.
- RAHNESHAN, Z.; RAHNESHAN, F.; NASIBI, A. A. Effects of salinity stress on some growth, physiological, biochemical parameters and nutrients in two pistachio (*Pistacia vera* L.) rootstocks. **J. Plant Interact.**, v.13, p. 73-82, 2018.
- THORNE, D.W. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. **Agron. J.**, v. 46, p. 290, 1954.

SAMADDAR, S.; CHATTERJEE, P.; CHOUDHURY, A. R.; AHMED, S.; SA, T. Interactions between *Pseudomonas* spp. and their role in improving the red pepper plant growth under salinity stress. **Microbiological research**, v. 219, p. 66-73, 2019.

SILVA, J. E.; PAIVA, E. P. D.; LEITE, M. D. S.; TORRES, S. B.; SOUZA NETA, M. L. D.; GUIRRA, K. S. Salicylic acid in the physiological priming of onion seeds subjected to water and salt stresses. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, p. 919-924, 2019.

SILVA, R. C. P. D.; OLIVEIRA, F. D. A. D.; OLIVEIRA, A. P. D.; MEDEIROS, J. F. D.; ALVES, R. D. C.; PAIVA, F. I. G. Bell pepper production under saline stress and fertigation with different  $K^+/Ca^{2+}$  ratios in a protected environment. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 42, p. 1-11, 2020.

SOUZA, L. D. P.; NOBRE, R. G.; SILVA, E. M.; GHEYI, H. R.; & SOARES, L. A. D. A. Produção de porta-enxerto de goiabeira cultivado com águas de diferentes salinidades e doses de nitrogênio. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, p. 596-604, 2017.

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

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Keys to soil taxonomy**. Natural Resources Conservation Service, 2014. 372p.

YAISH, M. W.; AL-LAWATI, A.; JANA, G. A.; VISHWAS P. H.; GLICK, B. R. Impact of soil salinity on the structure of the bacterial endophytic community identified from the roots of caliph medic (*Medicago truncatula*). **PLoS One**, v. 11, p. e0159007, 2016.