

PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS DE PEPINO JAPONÊS SOB SOLUÇÃO NUTRITIVA SALINA E ÁCIDO SALICÍLICO EM SISTEMA HIDROPÔNICO

VALESKA KAROLINI NUNES OLIVEIRA¹, GEOVANI SOARES DE LIMA², LAURIANE ALMEIDA DOS A. SOARES³, ALLYSSON JONHNNY TORRES MENDONÇA⁴ E LUDERLANDIO DE ANDRADE SILVA⁵

¹Mestranda em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, valeska-nunesoliveira@hotmail.com;

²Dr. Prof. Visitante, UFCG, Campina Grande-PB, geovani.soares@professor.ufcg.edu.br;

³Dra. Prof^a. CCTA, UFCG, Campina Grande-PB, laurispo.agronomia@gmail.com;

⁴Mestrando em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, allyssonjonhny@hotmail.com;

⁵Dr. em Engenharia Agrícola, Campina Grande-PB, luderlandioandrade@gmail.com.

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
04 a 06 de outubro de 2022

RESUMO: Objetivou-se com esta pesquisa avaliar os teores de pigmentos fotossintéticos das plantas de pepino Hiroshi japonês cultivado com solução nutritiva salinas e aplicação exógena de ácido salicílico em sistema hidropônico de tipo NFT. O trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação, em Pombal – PB. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4×4 , sendo quatro níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva - CEs_n (2,1; 3,6; 5,1 e 6,6 dS m⁻¹), e quatro concentrações de ácido salicílico (0,0; 1,8; 3,6 e 5,4 mM), com três repetições e xx plantas por parcela. A salinidade da solução nutritiva aumenta de forma quadrática os teores de clorofila *a*, *b* e total das plantas de pepino Hiroshi japonês. A interação entre os fatores níveis salinos da solução nutritiva e ácido salicílico afetou significativamente os teores de carotenóides das plantas de pepino Hiroshi japonês.

PALAVRAS-CHAVE: aclimação, *Cucumis sativus L.* e estresse salino.

PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS OF JAPANESE CUCUMBER UNDER NUTRITIVE SALINE SOLUTION AND SALICYLIC ACID IN HYDROPONIC SYSTEM

ABSTRACT: The objective of this research was to evaluate the levels of photosynthetic pigments in Japanese Hiroshi cucumber plants cultivated with saline nutrient solution and exogenous application of salicylic acid in an NFT hydroponic system. The work was developed in a greenhouse, in Pombal - PB. The experimental design was completely randomized, in a 4×4 factorial scheme, with four levels of electrical conductivity of the nutrient solution - EC_s_n (2.1; 3.6; 5.1 and 6.6 dS m⁻¹), and four salicylic acid concentrations (0.0; 1.8; 3.6 and 5.4 mM), with three replications and xx plants per plot. The salinity of the nutrient solution quadratically increases the levels of chlorophyll *a*, *b* and total of Japanese Hiroshi cucumber plants. The interaction between the factors saline levels of the nutrient solution and salicylic acid significantly affected the carotenoid contents of Japanese Hiroshi cucumber plants.

KEYWORDS: acclimatization, *Cucumis sativus L.* and salt stress.

INTRODUÇÃO

O pepino (*Cucumis sativus L.*) é uma importante hortaliça-fruto da família Cucurbitácea, originária da Índia, de grande valor nutritivo e propriedades medicinais, destacando-se pela sua grande importância econômica e social dentro do agronegócio de hortaliças no Brasil, pois além do valor comercial, gera empregos diretos e indiretos (ANTONIO et al., 2017). O pepino é muito apreciado e consumido em todas as regiões brasileiras, em saladas, sopas, sanduíches ou em conservas, além do seu uso em cosméticos e medicamentos (LOPES, 2012).

A disponibilidade da água para consumo humano e para a prática agrícola vem sendo gradativamente reduzida tanto em qualidade como em quantidade, fazendo assim necessário o uso alternativo de água de qualidade inferior para atender a demanda da irrigação agrícola nessas regiões. (SANTOS et al, 2020)

A salinidade é um dos estresses abióticos que limita o estabelecimento de cultivos no semiárido do Nordeste brasileiro, afetando os processos fisiológicos, bioquímicos e morfológicos das plantas, reduzindo significativamente seu rendimento (CAVALCANTE et al., 2010; TAIZ et al., 2017). Diante dos efeitos promovidos pela salinidade nas plantas, se torna necessária a busca de medidas que visem a utilização de águas com elevadas concentrações de sais em sistema hidropônico (SILVA et al., 2018)

É um sistema no qual as raízes entram em contato direto com a solução nutritiva contendo os nutrientes ao desenvolvimento (FERREIRA et al., 2017). Dentre as alternativas para amenizar os efeitos do estresse salino sobre as plantas destaca-se a aplicação foliar de ácido salicílico. O ácido salicílico é um composto fenólico que atua na indução da tolerância das plantas ao estresse, a partir da sinalização e expressão de genes que ativa os mecanismos de defesa (METHENNI et al., 2018; SILVA et al., 2018).

Ante o exposto, objetivou-se com esta pesquisa avaliar os teores de pigmentos fotossintéticos das plantas de pepino Hiroshi japonês cultivado com solução nutritiva salinas e aplicação exógena de ácido salicílico em sistema hidropônico de tipo NFT.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida entre os meses de maio a junho de 2022 sob condições de casa de vegetação pertencente ao centro de ciencias e tecnologia agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em Pombal, PB, situado nas coordenadas geográficas 6°46'13'' de altitude Sul, 37°48'13'' de longitude de média de 184m.

O sistema hidropônico foi do tipo NFT (Técnica de Fluxo Laminar de Nutriente), confeccionado com cano de PVC de 100 mm de diâmetro e com seis metros de comprimento, composto por quatro subsistemas espaçados 0,8 m, cada subsistema terá três canais espaçados 0,4 m. Nos canais o espaçamento entre plantas será de 0,5 m e 1,0 m entre os tratamentos.

Os canais foram apoiados em cavaletes com altura de 0,6 m com uma inclinação de 4% para o escoamento da solução nutritiva. Na cota mais baixa de cada bancada do sistema hidropônico, foi inserido uma caixa de polietileno de 150 L com a função de coletar e conduzir a solução nutritiva até os canais. A solução nutritiva foi impulsionada aos canais por bomba com potência de 35 W, na vazão de 3L por min. A circulação da solução nutritiva foi controlada por temporizadores digitais programados para ligar o sistema durante 15 min. e desligar por 15 min durante o dia e noite.

As sementes de Pepino Hiroshi Japonês foram semeadas em recipientes descartáveis de 50 ml, com um substrato de fibra de coco lavada. Da germinação até o surgimento do segundo par de folhas verdadeiras, foi utilizada uma concentração de 50% da solução recomendada, em seguida foi removida a fibra de coco, e as mudas foram transplantadas diretamente no sistema hidropônico, utilizando um tutoramento vertical e uma solução nutritiva com 100% de concentração.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizados, em um esquema fatorial 4 x 4, quatro níveis de salinidade da solução nutritiva – CE_{sn} (2,1; 3,6; 5,1 e 6,6dS m⁻¹) e quatro concentrações de ácido salicílico (0,0; 1,8; 3,6 e 5,4 mM), com quatro repetições contendo duas plantas por parcela. As concentrações de ácido salicílico foram estabelecidas a partir de estudo desenvolvido por Silva et al. (2020).

A solução nutritiva utilizada foi conforme a recomendação de Hoagland e Arnon (1950), preparadas com água de abastecimento local (0,3 dS m⁻¹) onde resultou em uma condutividade elétrica de 2,1 dS m⁻¹. As soluções salinas foram preparadas com adição de cloreto de sódio não iodado (NaCl), cloreto de cálcio (CaCl₂.2H₂O), e cloreto de magnésio (MgCl₂.6H₂O) em uma proporção de 7:2:1, respectivamente. Trata-se de uma proporção comumente encontrada nas fontes hídricas do Nordeste Brasileiro (MEDEIROS, 1992).

As concentrações de ácido salicílico foram preparadas através da diluição do ácido salicílico P.A em 30% de álcool etílico (99,5%) e 70% de água destilada e 0,05% Haiten espalhante adesivo para melhor efeito de absorção.

A substituição total da solução aconteceu a cada oito dias, com verificação diária de condutividade elétrica e pH, e ajuste da solução sempre que necessário através da adição de água de

abastecimento com CEa de 0,3 dS m⁻¹, mantendo sempre a CEa de acordo com os tratamentos e o pH entre 5,5 e 6,5 através da adição de 0,1 M KOH ou HCl.

Após 6 dias do transplântio (DAT) e 72 horas antes do início da aplicação das soluções nutritivas salinas, foi feita a aplicação do ácido salicílico conforme os tratamentos. As aplicações foram realizadas às 17h00min, de forma manual com borrifador, visando umedecer a área total das folhas (faces adaxial e abaxial) do pepino, aplicando em média 27 mL por planta, em intervalo de 8 dias, totalizando quatro aplicações. Para evitar a deriva dos tratamentos entre as plantas, foi utilizada uma estrutura de papelão. As plantas foram conduzidas com tutoramento vertical de modo a deixar o caule ereto com o auxílio de fitilho de 'nylon'. As plantas foram monitoradas e as práticas fitossanitárias realizada sempre que necessário.

Avaliaram-se aos 17 dias após o transplântio (DAT) os teores de pigmentos fotossintéticos através da clorofila *a*, *b*, total e carotenóides) de acordo com metodologia de Arnon(1949). A partir dos extratos, foram determinadas as concentrações de clorofila e carotenóides nas soluções utilizando-se um espectrofotômetro no comprimento de onda de absorvância (ABS) (470, 646, e 663 nm). Os teores de clorofila *a*, *b*, total e carotenóides, foram estimados utilizando-se as Eqs. 1, 2, 3 e 4 e expressos em mg g⁻¹ de matéria fresca (MF).

$$(Cl\ a) = 12,21 \times ABS_{663} - 2,81 \times ABS_{646} \quad (1)$$

$$(Cl\ b) = 20,13 \times ABS_{646} - 5,03 \times ABS_{663} \quad (2)$$

$$(Car) = (1000\ ABS_{470} - 1,82\ Cl\ a - 85,02\ Cl\ b) / 198 \quad (3)$$

$$(Cl\ T) = 17,3 \times ABS_{646} + 7,18 \times ABS_{663} \quad (4)$$

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste de F em nível de 5% de probabilidade e, quando significativo, realizou-se análise de regressão polinomial (linear e quadrática) para a solução nutritiva salina e para as concentrações de ácido salicílico, utilizando-se do software estatístico SISVAR - ESAL(FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo da solução nutritiva salina sobre os teores de Clorofila *a*, *b*, total e carotenóides das plantas de pepino. As concentrações de ácido salicílico não influenciaram de forma significativa nenhuma das variáveis mensuradas. A interação entre os fatores (CEsn × AS) afetou de forma significativa apenas os teores de carotenóides das plantas de pimentão.

Tabela 1: Resumo da análise de variância para os teores de clorofila *a* (Cl *a*), *b* (Cl *b*), Total (Cl *T*) e carotenóides (Car) das plantas de pepino Hiroshi japonês cultivada com solução nutritiva salina (CEsn) e aplicação exógena de ácido salicílico (AS) em sistema hidropônico, aos 17 dias após o transplântio.

FV	GL	Quadrados Médios			
		Cl <i>a</i> ¹	Cl <i>b</i> ¹	Cl <i>T</i> ¹	Car ¹
Solução nutritiva salina (CEsn)	3	141,00**	37,93**	324,61**	4,47**
Regressão linear	1	364,53**	94,64**	829,61**	12,61**
Regressão quadrática	1	43,81**	15,66**	111,75**	0,80*
Ácido salicílico (AS)	3	0,73 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,80 ^{ns}	0,05 ^{ns}
Regressão linear	1	1,05 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,05 ^{ns}
Regressão quadrática	1	0,95 ^{ns}	0,18 ^{ns}	1,97 ^{ns}	0,10 ^{ns}
Interação (CEsn × AS)	9	1,59 ^{ns}	1,69 ^{ns}	5,93 ^{ns}	0,25*
Resíduos	45	1,76	0,97	3,27	0,08
CV (%)		7,43	19,12	7,85	4,87

GL - grau de liberdade; CV (%) - coeficiente de variação; **significativo a 0,01 de probabilidade; *significativo a 0,05 de probabilidade; ^{ns} não significativo

A solução nutritiva salina aumentou de forma quadrática os teores de clorofila *a* (Figura 1A) e *b* (Figura 1B), sendo os valores máximos estimados de 21,92 e 7,29, respectivamente obtidos nas plantas cultivadas sob CEsn de 6,6 dS m⁻¹, respectivamente. Comparando-se as plantas submetidas a CEsn de 6,6 dS m⁻¹ em relação as cultivadas sob o menor nível salino (2,1 dS m⁻¹), verifica-se diminuição de 15,51 e 4,02 mg g⁻¹ MF nos teores de clorofila *a* e *b*, respectivamente. isso acontece devido os sais se acumularem no tecido foliar em concentrações acima do tolerado pela planta, resulta na degradação da

clorofila, restringindo a atividade fotossintética e a produção de proteínas de pigmentação da planta, ocasionada pela ativação da enzima clorofilase (NÓBREGA et al., 2020).

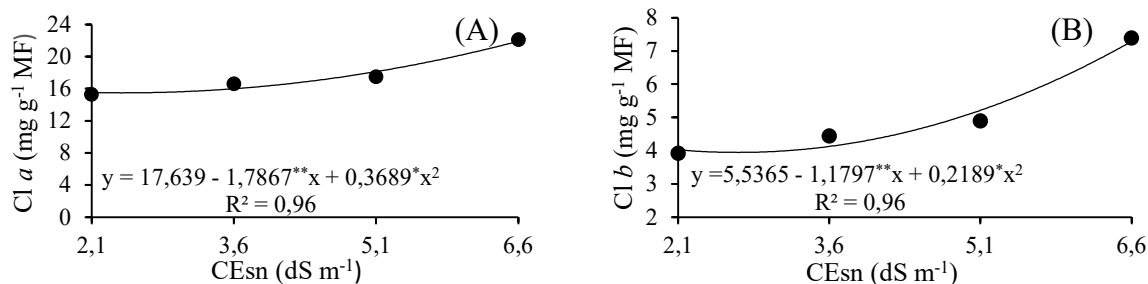


Figura 1; Teores de clorofila *a* - Cl *a* (A) e *b* - Cl *b* (B) das plantas de pepino Hiroshi japonês cultivada com solução nutritiva salina - CEsn, aos 17 dias após o transplântio.

Os teores de clorofila total também aumentaram de forma quadrática com o incremento nos níveis salinos da solução nutritiva (Figura 2A), cujo valor máximo estimado de 29,19 mg g⁻¹ MF foi observado nas plantas cultivadas sob CEsn de 6,6 dS m⁻¹. Por outro lado, o valor mínimo estimado de 19,53 mg g⁻¹ MF foi obtido no menor nível de CEsn.

Para carotenóides (Figura 2B) observa-se nas plantas que receberam a aplicação foliar de ácido salicílico nas concentrações de 0 e 3,6 mM ajuste quadrático com os maiores valores para Car de 5,89 e 9,27 mg g⁻¹ MF, quando receberam a CEsn de 3,8 e 6,6 dS m⁻¹. A redução nos teores de carotenóides ocorre devido à degradação do β-caroteno ocasionado pela foto-oxidação, levando a danos fotossintéticos e, por conseguinte, diminuição no crescimento das plantas (DIAS et al., 2019). Esse comportamento foi observado por Silva (2018) na cultura do feijão-caupi verificou com o aumento da salinidade da água de irrigação de 1,2 a 6,0 dS m⁻¹ provocou redução nos teores de pigmentos fotossintéticos principalmente nas condutividades elétricas mais elevadas.

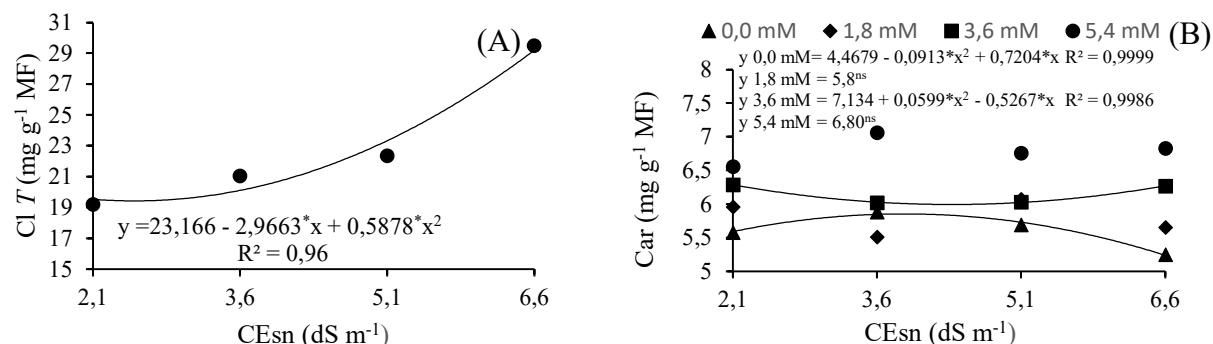


Figura 2: Teores de clorofila total – Cl *T* das plantas de pepino Hiroshi japonês cultivada com solução nutritiva salina CEsn (A) e carotenóides (B) em função da interação entre os níveis de CEsn e concentrações de ácido salicílico (AS) em sistema hidropônico, aos 17 dias após o transplântio.

CONCLUSÃO

A salinidade da solução nutritiva aumenta de forma quadrática os teores de clorofila *a*, *b* e total das plantas de pepino Hiroshi japonês. A interação entre os fatores níveis salinos da solução nutritiva e ácido salicílico afetou significativamente os teores de carotenoides das plantas de pepino Hiroshi japonês.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de pesquisa a primeira autora.

REFERÊNCIAS

- ANTONIO, C.I.;CARDOSO, OM.;BERNI,F. R.;KANO, C. Uso de biofertilizante na adubação complementar do pepino sob ambiente protegido. Manaus: Embrapa Amazônia Oriental, 2017.(Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento)
- ARNON, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts: polyphenoloxidases in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, v.24, n.1, p.1-15, 1949
- CAVALCANTE, L.F.; VIEIRA, M.S.; SANTOS, A.F.; OLIVEIRA, W.M.; NASCIMENTO, J.A.M. Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar Paluma. *Revista Brasileira de Fruticultura*,v.32, n.1, p.251-261, 2010.
- DIAS, A. S.; LIMA, G. S. de; PINHEIRO, F. W. A.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. dosA. 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, E. R.; BEZERRA, L. A.; OLIVEIRA, T. J. S. S.; CARVALHO, J. P. DE; SILVA, R. DE A. DA. Benefícios do cultivo hidropônico em ambiente protegido. **Revista Conexão Eletrônica**, v. 14, n. 1, p. 485-491, 2017.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split-plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v.37, n.1, p.529-535, 2019.
- FIGUEIREDO, F. R. A., LOPES, M. D. F. Q., DA SILVA, R. T., NÓBREGA, J. S., DA SILVA, T. I., & BRUNO, R. D. L. A. Respostas fisiológicas de mulungu submetida a estresse salino e aplicação de ácido salicílico.**Irriga**, v.24, n.3, 662-675.2019
- LOPES, F.F., NEVES, M.F., BARA, J.G., TROMBIN, V.G., LUPINACCI, A. V., SIMPRINI, E.S., TIBÉRIO, M. A. Agropformance: Um método de planejamento e gestão estratégica para empreendimento agro visando alta performance.1. ed. São Paulo, Atlas, 2012.
- MEDEIROS, J. F. **Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo "GAT" nos Estados do RN, PB e CE**. Dissertação (Mestrado Engenharia Agrícola: Área de Concentração em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, p. 173, 1992.
- METHENI, K.;ABDALLAH,M.B.;NOUAIRI, I.; SMAOUI, A.; ZARROUK, M.; YOUSSEF, N.B. Salicylic acid and calcium pretreatments alleviate the toxic effect of salinity in the Oueslati olive variety. **Scientia Horticulturae**, v. 233, Inserir número,p. 349-358, 2018.
- NÓBREGA, J. S.; BRUNO, R. D. L. A.; FIGUEIREDO, F. R. A.; SILVA, T. I. DA; FÁTIMA, R. T. DE; RIBEIRO, J. E. DA. S.; FERREIRA, J. T. A.; NASCIMENTO, R. G. DA S. Acúmulo de biomassa e pigmentos fotossintéticos em plantas de *Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze sob estresse salino e doses de ácido salicílico. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 5, e121953286, 2020.
- SANTOS, L. C., DE ARAUJO SILVA, S. T., DE MEDEIROS, C. R., DOS SANTOS, A. V. D., DA SILVA SEVERO, P. J., DE MEDEIROS, J. E., PEREIRA, J. D. A. Peróxido de hidrogênio como atenuante do estresse salino na formação de mudas de pitaia vermelha (*Hylocereus costaricensis*). *Brazilian Journal of Development*, 6(5), 27295-27308. 2020.
- SILVA, T.I.; NÓBREGA, J.S.; FIGUEIREDO, F.R.A.; SOUSA, L.V.; RIBEIRO, J.E.S.; BRUNO, R.L.A.; DIAS, T.J.; ALBUQUERQUE, M.B. *Ocimum basilicum*L. seeds quality as submitted to saline stress and salicylic acid. **Journal of Agricultural Science**, v.10, n.5, p.159-166, 2018
- SILVA, J. S., DA SILVA PAZ, V. P., SOARES, T. M., DE ALMEIDA, W. F., & FERNANDES, J. P. Production of lettuce with brackish water in NFT hydroponic system.**Semina: Ciências Agrárias**, v.39, n.3, p.947-961, 2018.
- SILVA, A. A. R.da; LIMA, G. S. de; AZEVEDO, C. A. V. de; VELOSO, L. L. de S.; GHEYI, H. R. Salicylic acid as an attenuator of salt stress in soursop. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 4, p. 1092-1101, 2020.
- SILVA, I. A. C. E.,efeito do estresse salino sobre os teores de pigmentos fotossintéticos em genótipos de feijão-caupi.2018
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I.M.; MURPHY, A. Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.