

## TROCAS GASOSAS DA GOIABEIRA SOB IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA NAS FASES FENOLÓGICAS E ÁCIDO ASCÓRBICO

Tailson Andrade Sampaio<sup>1</sup>, Jean Telvio Andrade Ferreira<sup>2</sup>, Rafaela Aparecida Frazão Torres<sup>3</sup>, Reynaldo Teodoro de Fatima<sup>4</sup>, Lauriane Almeida dos Anjos Soares<sup>5</sup>, Geovani Soares de Lima<sup>6</sup>

**RESUMO:** A região semiárida é caracterizada pela irregularidade de precipitações e elevadas taxas de evapotranspiração na maior parte dos meses do ano, destacando-se como um fator de estresse para as plantas. Objetivou-se com esta pesquisa avaliar os efeitos da aplicação foliar de ácido ascórbico nas trocas gasosas da goiabeira sob irrigação com água salina variando-se as fases de desenvolvimento. O estudo foi realizado em condições de campo na fazenda experimental pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande em São Domingos - PB, utilizando o delineamento de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, com três repetições, sendo as parcelas de três estratégias de irrigação variando-se os estádios de desenvolvimento (E1 - estresse salino na fase vegetativa; E2 - fase de floração; E3 - fase de frutificação) as subparcelas duas concentrações de ácido ascórbico – AsA (0 e 600 mg L<sup>-1</sup>). A irrigação foi realizada com água de condutividade elétrica de 3,3 dS m<sup>-1</sup>. Nos estádios em que as plantas não foram submetidas ao estresse salino a irrigação foi realizada com água de moderada salinidade (0,9 dS m<sup>-1</sup>). O estresse salino durante a fase de floração e sem aplicação de ácido ascórbico proporcionou aumento na concentração interna de CO<sub>2</sub> e a condutância estomática das plantas de goiabeira. Por outro lado, a aplicação foliar de ácido ascórbico na concentração de 600 mg L<sup>-1</sup> elevou taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> nas plantas irrigadas com água salina fase de floração.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Psidium guajava* L., estresse salino, composto não enzimático

<sup>1</sup> Graduando de Agronomia, Centro de ciências e tecnologia agroalimentar, UFCG, CEP: 58840-000 Pombal, PB. Fone: (83) 99981-1401. e-mail: tailsonandrade65@gmail.com;

<sup>2</sup> Discente de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB. e-mail: jeantelvioagronomo@gmail.com;

<sup>3</sup> Discente de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB. e-mail: rafaelatorres1997@gmail.com;

<sup>4</sup> Bolsista de Pós - Doutorado da CAPES/UFCG, UFCG, Pombal, PB. e-mail: reynaldo.t16@gmail.com;

<sup>5</sup> Profa. Doutora, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB. e-mail: lauriane.soares@ufcg.edu.br;

<sup>6</sup> Prof. Doutor, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB. e-mail: geovani.soares@professor.ufcg.edu.br.

## GAS EXCHANGE OF GUAVA TREE UNDER IRRIGATION WITH SALINE WATER IN THE PHENOLOGICAL PHASES AND ASCORBIC ACID

**ABSTRACT:** The semiarid region is characterized by irregular rainfall and high evapotranspiration rates in most months of the year, standing out as a stress factor for plants. The objective of this research was to evaluate the effects of foliar application of ascorbic acid on gas exchange of guava under irrigation with saline water varying the development stages. The study was carried out under field conditions on the experimental farm belonging to the Center for Agro-Food Science and Technology of the Federal University of Campina Grande in São Domingos - PB, using a randomized block design in a split-plot scheme, with three replications, with the plots of three irrigation strategies varying the development stages (E1 - saline stress in the vegetative phase; E2 - flowering phase; E3 - fruiting phase) and the subplots two concentrations of ascorbic acid - AsA (0 and 600 mg L<sup>-1</sup>). Irrigation was performed with water with electrical conductivity of 3.3 dS m<sup>-1</sup>. In stages where the plants were not subjected to saline stress, irrigation was performed with water with moderate salinity (0.9 dS m<sup>-1</sup>). Salinity stress during the flowering phase and without application of ascorbic acid caused an increase in the internal concentration of CO<sub>2</sub> and stomatal conductance of guava plants. On the other hand, foliar application of ascorbic acid at a concentration of 600 mg L<sup>-1</sup> increased the rate of CO<sub>2</sub> assimilation in plants irrigated with saline water during the flowering phase

**KEYWORDS:** *Psidium guajava* L., saline stress, non-enzymatic compound

### INTRODUÇÃO

Pertencente à família Myrtaceae, a goiabeira (*Psidium guajava* L.) é uma espécie nativa da América tropical, amplamente distribuída mundialmente (Takeda et al., 2023). No Brasil, a região Nordeste destaca-se como uma das principais produtoras de goiaba, tendo como destaque os estados do Pernambuco, Bahia e Ceará (IBGE, 2025). Apesar da potencialidade dessa fruteira para região, sua produção ainda é limitada em decorrência das condições edafoclimáticas, tornando-se necessária a utilização da irrigação para o cultivo (Maciel et al., 2021).

O semiárido nordestino é caracterizado por possuir águas com altas concentrações de sais em sua composição, limitando o desenvolvimento de diversas culturas (Lima et al., 2020). As altas concentrações de sais promovem redução na absorção de água e nutrientes induzindo

alterações nos processos fisiológicos, como, captação de CO<sub>2</sub>, abertura estomática e respiração das plantas (Lacerda et al., 2022; Abrar et al., 2022).

Contudo, os efeitos do estresse salino sob as plantas dependem de fatores como espécie, cultivar, tipos de sais, intensidade e duração do estresse, manejo cultural e da irrigação, condições edafoclimáticas e fase de desenvolvimento da cultura (Silva et al., 2019). Nessa perspectiva, a irrigação com águas que possuem elevada concentração de sais em função das fases fenológicas das plantas torna-se uma alternativa promissora em regiões que com escassez quantitativa e qualitativa dos recursos hídricos.

Outra estratégia que pode mitigar o estresse salino sobre as plantas é o incremento no nível celular de substratos não enzimáticos, como o ácido ascórbico (AsA), que atua na neutralização de radicais superóxido, oxigênio singlete ou superóxido, reduzindo efeitos oxidativos as células vegetais (Sharma et al., 2019). Ante o exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da aplicação foliar de ácido ascórbico nas trocas gasosas da goiabeira cv. Paluma submetida a irrigação com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida entre julho de 2023 e agosto de 2024, em vasos plásticos de 100 L adaptados como lisímetros de drenagem sob condições de campo, na fazenda experimental ‘Rolando Enrique Rivas Castellón’, do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizada em São Domingos, Paraíba.

O experimento foi instalado no delineamento de blocos casualizados, utilizando-se o esquema parcelas subdivididas, sendo três estratégias de irrigação com águas salinas considerados as parcelas (E1 - estresse salino na fase vegetativa; E2 – estresse salino na fase de floração e E3 – estresse salino na fase de frutificação) e duas concentrações de ácido ascórbico - AsA (0 e 600 mg L<sup>-1</sup>) as subparcelas, com três repetições tendo uma planta por repetição.

A irrigação foi realizada com água de condutividade elétrica de 3,3 dS m<sup>-1</sup>, utilizando com base o estudo desenvolvido por Bezerra et al. (2018). Nos estádios em que as plantas não foram submetidas ao estresse salino a irrigação foi realizada com água de moderada salinidade (0,9 dS m<sup>-1</sup>). Já as concentrações de AsA foram baseadas na pesquisa de Gaafar et al. (2020).

Nesta pesquisa, utilizou-se mudas de goiabeira propagadas por enxertia, provenientes do viveiro São Francisco Mudas localizado em Petrolina - PE. A cultivar BRS Guaraçá foi escolhida como porta-enxerto, enquanto a cultivar utilizada para o enxerto foi a Paluma. A cultivar BRS Guaraçá é um híbrido de goiabeira e araçazeiro com destaque para a resistência

ao nematoide-das-galhas, enquanto a cultivar Paluma se caracteriza por sua polpa vermelha, folhas elípticas verde-clara e frutos piriformes (Medina et al., 1991; Embrapa, 2010). A adubação com nitrogênio (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) foi realizada de acordo com recomendação de Cavalcanti (2008), considerando as necessidades nutricionais da planta em diferentes fases de desenvolvimento e a fertilidade potencial do solo. Os micronutrientes foram aplicados semanalmente via pulverização foliar, começando aos 10 dias após o transplântio (DAT).

Para irrigação nos estádios de desenvolvimento utilizou-se água de alta condutividade elétrica, proveniente de um poço artesiano, localizado na área experimental do CCTA/UFMG, com CEa de  $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ . Para alcançar o nível de  $3,3 \text{ dS m}^{-1}$ , foi adicionado NaCl sem iodo, considerando a relação entre CEa e concentração de sais (Richards, 1954). O sistema de irrigação adotado foi o localizada por gotejamento. As plantas foram irrigadas diariamente, às 07:00 horas da manhã, aplicando-se, em cada recipiente, o volume correspondente ao obtido pelo balanço de água. As concentrações de AsA foram aplicadas por pulverização foliar por meio de dissolução do ácido ascórbico em água ( $CEa = 0,3 \text{ dS m}^{-1}$ ), e realizadas em intervalos de 20 dias, a partir das 17 horas.

As podas de formação foram feitas quando as plantas atingiram uma altura de 50 cm, sendo feito um corte no ramo de dominância apical a fim de estimular a produção de ramos laterais. A partir do surgimento dos ramos laterais foram selecionadas as pernas de forma equilibrada no tamanho de 40 cm. As trocas gasosas foram avaliadas 390 dias após o transplântio (DAT) com o auxílio do analisador de gás carbônico a infravermelho portátil (IRGA), modelo LCPro<sup>+</sup> Portable Photosynthesis System<sup>®</sup> (ADC BioScientific Limited, UK), irradiação de  $1200 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  e fluxo de ar de  $200 \text{ mL min}^{-1}$ , e concentração de  $\text{CO}_2$  atmosférico, mediante determinação condutância estomática -  $g_s$  ( $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  -  $A$  ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), transpiração -  $E$  ( $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e concentração intercelular de  $\text{CO}_2$  -  $C_i$  ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ).

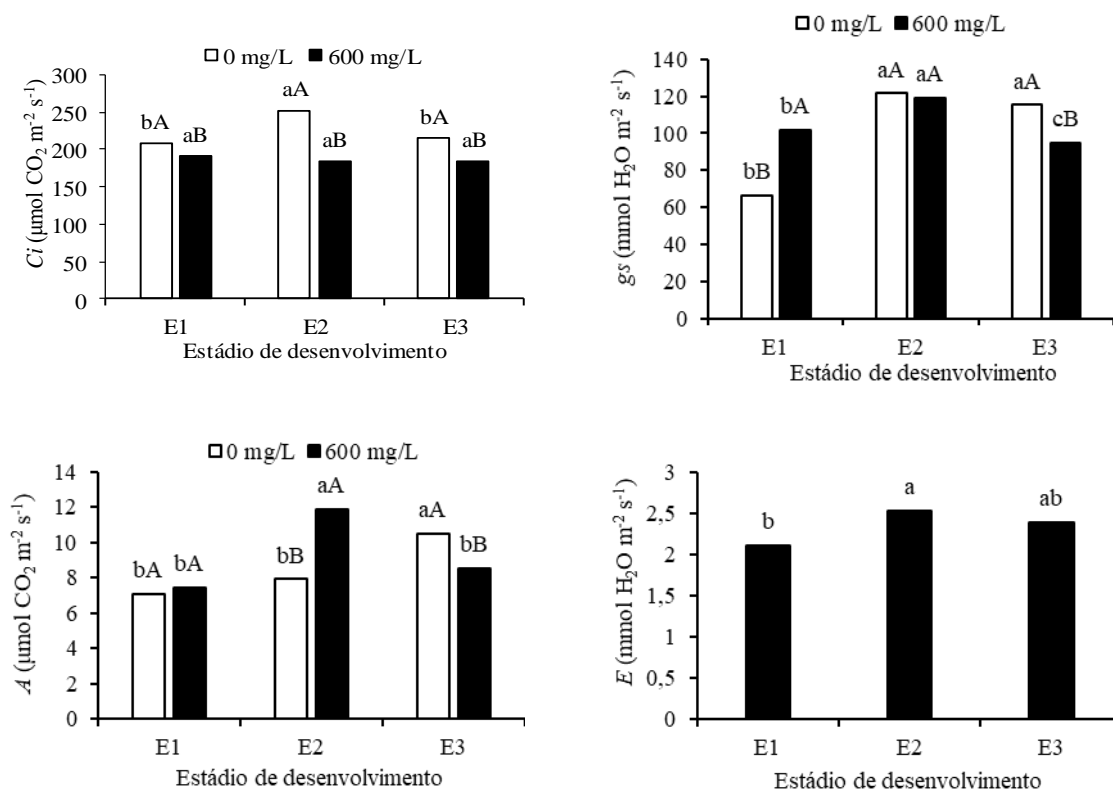
Os dados foram submetidos à análise de variância, pelo teste F em nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade e nos casos de significância, realizou-se teste de Tukey para as estratégias de irrigação com águas salinas teste F para as concentrações de ácido ascórbico ( $p \leq 0,05$ ) utilizando-se o software estatístico SISVAR – ESAL, versão 5.6 (Ferreira, 2019).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo da interação entre os fatores estratégias de irrigação com águas salinas variando-se os estádios de desenvolvimento e aplicação de ácido ascórbico (EST  $\times$  AsA)

para a concentração interna de CO<sub>2</sub> ( $C_i$ ), condutância estomática ( $g_s$ ), e taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> ( $A$ ). As estratégias de irrigação influenciaram significativamente a transpiração ( $E$ ) das plantas de goiabeira cv. Paluma, aos 390 dias após o transplantio.

Verifica-se que a maior concentração interna de CO<sub>2</sub> ( $251,5 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) foi observada na fase de floração (E2), na ausência de aplicação de ácido ascórbico (Figura 1A). Esse valor foi significativamente superior aos registrados nas fases vegetativa (E1) e de frutificação (E3), evidenciando que o estresse salino na fase de floração promoveu maior acúmulo de CO<sub>2</sub> interno quando não houve aplicação do composto não enzimático. A aplicação de ácido ascórbico reduziu a concentração interna de CO<sub>2</sub> nas plantas de goiabeira, independente da fase de desenvolvimento da cultura. A redução da concentração interna de CO<sub>2</sub> nas fases vegetativa e de frutificação, sem a aplicação de ácido ascórbico, pode estar relacionada a uma limitação na fixação de carbono, associada à restrição da atividade da enzima RuBisCO, onde, sob condições de estresse salino há uma redução na assimilação de CO<sub>2</sub> (Wang et al., 2024).



E1-estresse salino na fase vegetativa (1-390 DAT); E2 – estresse salino na fase de floração (90 - 217 DAT); E3 – estresse salino na fase de frutificação (294 - 390 DAT). Barras com as mesmas letras maiúsculas indicam que não houve diferenças significativas entre as estratégias na mesma concentração de ácido ascórbico, pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ); e médias com as mesmas letras minúsculas na mesma estratégia indicam que não houve diferença significativa entre as concentrações de ácido ascórbico pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

**Figura 1.** Concentração interna de CO<sub>2</sub> –  $C_i$  (A), condutância estomática –  $g_s$  (B), taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> –  $A$  (C) da goiabeira cv. Paluma, em função da interação entre as estratégias de irrigação com águas salinas (EST) e concentrações de ácido ascórbico (AsA), e transpiração –  $E$  (D) em função das estratégias de irrigação com águas salinas, aos 390 dias após o transplantio.

Observa-se que, na ausência de aplicação de AsA, as plantas submetidas ao estresse salino durante a fase de floração (E2) apresentaram o maior valor para condutância estomática ( $121,5 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) em relação as irrigadas com água de  $3,3 \text{ dS m}^{-1}$  durante a fase vegetativa (Figura 1B). Embora, não diferiu estatisticamente daquele observado na fase de frutificação (E3). Ressalta-se que, em comparação com E2, houve redução na condutância estomática na fase vegetativa de 45,47%, evidenciando uma menor abertura estomática sob estresse salino nesta fase do desenvolvimento.

Para a taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  (Figura 1C), nota-se que o maior valor ( $11,9 \text{ } \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) foi observado nas plantas cultivadas sob irrigação com água de elevada salinidade na fase de floração (E2) sob aplicação de ácido ascórbico na concentração de  $600 \text{ mg L}^{-1}$ . Esse resultado diferiu estatisticamente das que receberam estresse nas fases vegetativa (E1) e de frutificação (E3) quando submetidas à mesma concentração de AsA. Durante a fase de floração, a demanda energética e metabólica tende a aumentar, nesse sentido, a aplicação de ácido ascórbico pode ter preservado a integridade do sistema fotossintético, a partir da regulação redox, contribuindo para uma resposta fisiológica mais eficiente, permitindo que a planta mantenha uma taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  alta, mesmo sob condições de salinidade elevada (Chen et al., 2023).

Para a transpiração (Figura 1D), observa-se que o maior valor ( $2,53 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), foi obtido nas plantas cultivadas sob estresse salino na fase de floração (E2), diferindo estatisticamente em relação as irrigadas com água de elevada salinidade na fase vegetativa (E1). Esse resultado sugere que, durante o estágio de floração, as plantas apresentam maior atividade metabólica, o que eleva a demanda das trocas gasosas e, conseqüentemente, aumenta a demanda evaporativa (Lima et al., 2020).

## CONCLUSÕES

O estresse salino durante a fase de floração e sem aplicação de ácido ascórbico proporciona aumento na concentração interna de  $\text{CO}_2$  e a condutância estomática das plantas de goiabeira. Por outro lado, a aplicação foliar de ácido ascórbico na concentração de  $600 \text{ mg L}^{-1}$  eleva taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  nas plantas irrigadas com água salina fase de floração.

## AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao INCT em Agricultura Sustentável no Semiárido Tropical-INCT AGriS (CNPq/Funcap/Capes), processos 406570/2022-1 (CNPq) e Processo INCT-35960-62747.65.95/51 (Funcap).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abrar, M. M.; Sohail, M.; Saqib, M.; Akhtar, J.; Abbas, G.; Wahab, H. A.; Xu, M. Interactive salinity and water stress severely reduced the growth, stress tolerance, and physiological responses of guava (*Psidium guajava* L.). **Scientific Reports**, v.12, e18952, 2022.

Bezerra, I. L.; Gheyi, H. R.; Nobre, R. G.; Lima, G. S. de; Santos, J. B. D.; Fernandes, P. D. Interaction between soil salinity and nitrogen on growth and gaseous exchanges in guava. **Revista Ambiente & Água**, v.13, p.1-13, 2018.

Cavalcanti, F. J. de A. Cavalcanti, F. J. de A.; Lima Júnior, M. A.; Lima, J. F. W. F. **Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco: 2. aproximação. 3. ed.** Recife: Instituto Agrônomo de Pernambuco- IPA, 2008. 212p.

Chen, X.; Han, H.; Cong, Y.; Li, X.; Zhang, W.; Wan, W.; Liu, H. The protective effect of exogenous ascorbic acid on photosystem inhibition of tomato seedlings induced by salt stress. **Plants**, v. 12, p. 1379, 2023.

EMBRAPA. A cultura da goiaba. 2.ed. Brasília: Informação tecnológica, 2010. 180p.

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.

Gaafar, A. A.; Ali, S. I.; El-Shawadfy, M. A.; Salama, Z. A.; Şekara, A.; Ulrichs, C.; Abdelhamid, M. T. Ascorbic acid induces the increase of secondary metabolites, antioxidant activity, growth, and productivity of the common bean under water stress conditions. **Plants**, v.9, p.627-651, 2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção agrícola municipal. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/goiaba/br> Acesso em: 24 de maio de 2025.

Lacerda, C. N. de; Lima, G.S. de; Soares, L. A. dos. A.; Fátima, R.T.de; Gheyi, H.R.; Azevedo, C. A. de. Morphophysiology and production of guava as a function of water salinity and salicylic acid. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.26, p.451-458, 2022.

Lima, G. S. de.; Silva, J. B. da.; Pinheiro, F. W. A.; Soares, L. A. dos. A.; Gheyi, H. R. Potassium does not attenuate salt stress in yellow passion fruit under irrigation management strategies. **Revista Caatinga**, v. 33, p. 1082-1091, 2020.

Lima, G. S. de; Silva, J. B. da; Pinheiro, F. W. A.; Soares, L. A. dos A.; Gheyi, H. R. Potassium does not attenuate salt stress in yellow passion fruit under irrigation management strategies. **Revista Caatinga**, v.33, p.1082-1091, 2020.

Maciel, H. M.; Maciel, W. M.; Gomes, M. A. A desertificação e a seca: efeitos sobre a produção e renda agrícolas no estado do Ceará. **Brazilian Journal of Development**, v.7, p.17824-17843, 2021.

Medina, J. C.; Castro, J. C.; Sigrist, J. M. M.; Martin, Z. J.; Kato, K.; Maia, M. L.; Garcia, A. E. B.; Leite, R. S. S. F. **Goiaba**. 2. ed. Campinas: ITAL, 1991. 17p.

Richards, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington: U.S. **Department of Agriculture**, 1954. 160p. Agriculture Handbook, 60.

Sharma, R.; Bhardwaj, R.; Thukral, A. K.; Huqail, A. A. A.; Siddiqui, M. H.; Ahmad, P. Oxidative stress mitigation and initiation of antioxidant and osmoprotectant responses mediated by ascorbic acid in Brassica juncea L. subjected to copper (II) stress. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.182, e109436, 2019.

Silva, S. S. da; Lima, G. S. de; Lima, V. L. A. de; Gheyi, H. R.; Soares, L. A. dos A.; Lucena, R. C. M. Gas exchanges and production of watermelon plant under salinity management and nitrogen fertilization. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.49, e54822, 2019.

Takeda, L. N.; Laurindo, L. F.; Guiguer, E. L.; Bishayee, A.; Araújo, A. C.; Ubada, L. C. C.; Barbalho, S. M. *Psidium guajava* L. A systematic review of the multifaceted health benefits and economic importance. **Food Reviews International**, v.39, p.4333-4363, 2023.

Wang, X.; Chen, Z.; Sui, N. Sensitivity and responses of chloroplasts to salt stress in plants. **Frontiers in Plant Science**, v. 15, p. 1374086, 2024.