

EFICIÊNCIA FOTOQUÍMICA DE GOIABEIRA ‘PALUMA’ ENXERTADA EM *Psidium cattleianum* SOB FREQUÊNCIAS DE IRRIGAÇÃO E ÁCIDO SALICÍLICO

Renei Pires Brandão¹, Alan Keis Chaves de Almeida², Luderlandio de Andrade Silva³, Lauriane Almeida dos Anjos Soares⁴, Geovani Soares de Lima⁵, Lauter Silva Souto⁶

RESUMO: A escassez hídrica tem impactado negativamente diversas culturas em regiões semiáridas, comprometendo seu crescimento e desenvolvimento, além de gerar prejuízo na produtividade. Mediante essa problemática, faz-se necessária a utilização de estratégias de manejo da irrigação e alternativas que minimizem os efeitos ocasionados pelo déficit hídrico sobre as plantas. Com isso, objetivou-se com esse trabalho avaliar os efeitos da aplicação foliar de ácido salicílico como mitigador do déficit hídrico sobre a fluorescência da clorofila a da goiabeira *cv. Paluma* enxertada no *Psidium cattleianum* (araçá), no semiárido paraibano. A pesquisa foi conduzida sob condições de campo. Os tratamentos foram constituídos de 10 combinações entre quatro frequências de irrigação (1, 2, 4 e 6 dias) e três concentrações de ácido salicílico – AS (0, 1,8 e 3,6 mM), distribuídos em blocos ao acaso, com quatro repetições, totalizando 40 unidades experimentais. O ácido salicílico modulou a atividade fotoquímica, onde, a concentração de 3,6 mM reduzindo a fluorescência inicial na frequência de irrigação de (4 dias), e a de 1,8mM aumentando a máxima (2 dias), da goiabeira *cv. Paluma*, aos 365 dias após o transplante.

PALAVRAS-CHAVE: Manejo de Irrigação, Restrição hídrica, Elicitores

¹ Graduando de Agronomia, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, UFCG, Pombal, PB Fone: (74) 99360751. e-mail: reneiufcg@gmail.com

² Pesquisador, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, UFCG, Pombal, PB

³ Pesquisador Doutor, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, UFCG, Pombal, PB

⁴ Profa. Doutora, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB.

⁵ Prof. Doutor, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB

⁶ Prof. Doutor, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB.

PHOTOCHEMICAL EFFICIENCY OF ‘PALUMA’ GUAVA TREE GRAFTED ON *Psidium cattleianum* UNDER IRRIGATION FREQUENCIES AND SALICYLIC ACID

ABSTRACT: Water scarcity has negatively impacted several crops in semiarid regions, compromising their growth and development, in addition to causing productivity losses. Given this problem, irrigation management strategies and alternatives to minimize the effects of water deficit on plants are necessary. Therefore, this study aimed to evaluate the effects of foliar application of salicylic acid as a water deficit mitigator on chlorophyll a fluorescence in guava *cv. Paluma* grafted on *Psidium cattleianum* (araçá) in the semiarid region of Paraíba. The study was conducted under field conditions. Treatments consisted of 10 combinations of four irrigation frequencies (1, 2, 4, and 6 days) and three salicylic acid (SA) concentrations (0, 1.8, and 3.6 mM), distributed in randomized blocks with four replicates, totaling 40 experimental units. Salicylic acid modulated the photochemical activity, where the concentration of 3.6 mM reduced the initial fluorescence at the irrigation frequency of (4 days), and that of 1.8 mM increased the maximum (2 days), of the guava *cv. Paluma*, at 365 days after transplanting.

KEYWORDS: Irrigation Management, Water Restriction, Elicitors

INTRODUÇÃO

O cultivo da goiabeira apresenta o maior índice de produção dentre as frutíferas tropicais, sendo a mais adaptável aos diversos tipos de solo, com a possibilidade de obtenção de 30 t ha⁻¹ em variedades melhoradas, a depender da nutrição, disponibilidade hídrica e tratos culturais (Cavalcante et al., 2018). A produção nacional de goiaba na safra de 2023 foi superior a 582 toneladas em uma área correspondente a 22.487 hectares, sendo o estado do Pernambuco o maior produtor (IBGE, 2025). No entanto, devido à irregularidade das chuvas, às elevadas temperaturas e às altas taxas de evapotranspiração, a região semiárida do Nordeste brasileiro enfrenta sérios desafios relacionados à disponibilidade hídrica (Cabral et al., 2019).

O déficit hídrico é um dos maiores obstáculos ao crescimento e ao desenvolvimento das plantas (Wu et al., 2021). Nos últimos anos vem-se intensificando o estudo de substâncias elicitoras para amenizar os efeitos dos estresse abióticos dentre eles o déficit hídrico em plantas tem se consolidado como uma alternativa viável para a produção de diversas culturas sob condições de semiárido (Andrade et al., 2021; Fátima et al., 2023; Roque et al., 2025).

Entre essas substâncias a aplicação exógena de ácido salicílico vem sendo estudada, um composto fenólico que atua na proteção e sinalização dos genes de defesa das plantas, além de participar de diversos processos fisiológicos como, absorção de nutrientes, indução floral, fotossíntese e fechamento estomático (Figueiredo et al., 2019; Saheri et al., 2020). Dentre esses processos as plantas diminuem a frequência de abertura estomática como estratégia para reduzir a perda de água pela transpiração (Soares et al., 2023). Outrossim, quando as plantas passam por restrição hídrica afeta fluorescência da clorofila a, devido aos na fotoativação do fotossistema II (Medyouni et al., 2021).

A utilização de substâncias elicitoras surgem como uma alternativa para atenuar os efeitos prejudiciais do déficit hídrico em plantas, possibilitando a produção de diversas culturas sob condições de semiárido (Fátima et al., 2023). Pesquisas têm destacado os efeitos benéficos do ácido salicílico na fisiologia vegetal, com ênfase na abertura estomática e no aumento da entrada de CO₂ na câmara subestomática. Esses processos não apenas favorecem a transpiração, mas também promovem um incremento na taxa de carboxilação (Zafar et al., 2021).

Desta forma, objetivou-se com esse trabalho avaliar os efeitos da aplicação foliar de ácido salicílico como mitigador do déficit hídrico sobre a fluorescência da clorofila a da goiabeira cv. *Paluma* enxertada no *Psidium cattleianum* (araçá), no semiárido paraibano.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido durante o período de agosto de 2023 a agosto de 2024, sob condições de campo na fazenda experimental ‘Rolando Enrique Rivas Castellón’, pertencente ao Centro de Ciências Tecnologia Agroalimentar- CCTA da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, em São Domingos, Paraíba, nas coordenadas 06°48’50” de latitude (S) e 37°56’31” de longitude (W), a uma altitude de 190 m. De acordo com a classificação climática de Köppen o clima é caracterizado como BSh (Alvares, et al., 2013), que representa um clima quente e seco com precipitações pluviométricas em torno de 750 mm ano⁻¹ e evaporação média anual de 2000 mm (Coelho e Soncin, 1982). Os dados climáticos durante o período de condução do experimento estão dispostos na Figura 1.

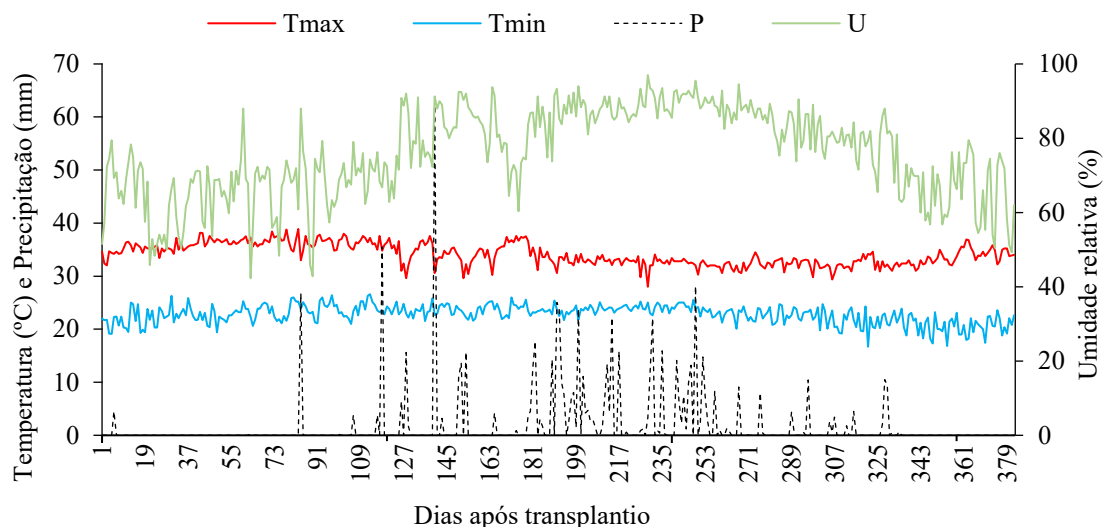


Figura 1. Dados de temperatura máxima (Tmax) e mínima (Tmin), umidade relativa do ar (U) e precipitação (P) durante o período de condução do experimento.

Os tratamentos foram constituídos de dez combinações referentes a quatro frequências de irrigação (1, 2, 4 e 6 dias) e três concentrações de ácido salicílico (0, 1,8 e 3,6 mM), sendo T1 –1 dia e AS 0 mM (tratamento testemunha); T2 –2 dias e AS 0 mM; T3- 4 dias e AS 0 mM; T4- 6 dias e AS 0 mM; T5- 2 dias e AS 1,8 mM; T6- 4 dias e AS 1,8 mM; T7- 6 dias e AS 1,8 mM; T8- 2 dias e AS 3,6 mM; T9- 4 dias e AS 3,6 mM; T10- 6 dias e AS 3,6 mM), distribuídos em blocos ao acaso, com 4 repetições, totalizando 40 unidade experimentais. As frequências de irrigação e as concentrações de ácido salicílico foram estabelecidas com base em pesquisas desenvolvidas por Moreira et al. (2018) e Lacerda et al. (2022), respectivamente.

Nesta pesquisa, foram utilizadas mudas enxertadas sendo a *cv. Paluma* como enxerto (copa), onde, está é caracterizada por possuir frutos grandes após atingirem seu potencial produtivo (acima de 200 g em média). Para o porta-enxerto foi utilizado o araçazeiro amarelo (*P. cattleianum*), encontrado em quase todas as regiões se adaptando as diversas condições climáticas sendo de fácil acesso, também é caracterizado por ser uma opção de controle para nematóides. Sendo o transplantio realizado quando atingiram 50 cm de altura. A haste principal das plantas foi podada com 40 cm de altura. A partir das brotações que surgiram, foram selecionadas três pernas bem distribuídas, no sentido dos quatro pontos cardiais. Após atingirem seu amadurecimento, as pernas principais foram podadas, de modo a permanecerem com 30 cm de comprimento. A poda de frutificação foi feita aos 245 DAT deixando-se os ramos terciários com 20 cm (Figura 2).



Figura 2. Produção de mudas de goiabeiras enxertadas em araçás poda de formação e de frutificação para cultivo com diferentes frequências de irrigação e aplicação exógena de ácido salicílico.

Foram utilizadas caixas d'água adaptadas como lisímetros de drenagem de 330 L de capacidade; cada lisímetro foi perfurado na base para permitir a drenagem, e acoplado um tubo de PVC de 20 mm de diâmetro. A extremidade do dreno dentro do lisímetro foi envolvida com uma manta geotêxtil não tecida (Bidim OP 30) para evitar a obstrução do material de solo. com uma camada de 10 dm³ de brita seguido de uma camada de areia de 15 dm³, com 280 dm³ de material de solo e 20 dm³ de esterco bovino curtido (incorporado na camada superior de solo) Antes de iniciar o experimento, o solo foi amostrado para determinação dos atributos químicos e físicos (Tabela 2) conforme metodologia proposta por Teixeira et al. (2017).

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

Características químicas								
pH H ₂ O	MO	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺
(1:2,5)	g kg ⁻¹	(mg kg ⁻¹)cmol _c kg ⁻¹					
6,01	0,21	0,53	0,12	0,05	3,00	2,44	0,00	0,69
.....Características químicas.....		Características físicas.....					
CE _{es}	CTC	RASes	PST	Fração granulométrica (g kg ⁻¹)			Umidade (dag kg ⁻¹)	
(dS m ⁻¹)	cmol _c kg ⁻¹	(mmol L ⁻¹) _{0,5}	%	Areia	Silte	Argila	33,42 kPa ¹	1519,5 kPa ²
0,71	6,25	0,61	0,80	756,50	200,10	43,40	33,57	5,01

pH – Potencial hidrogeniônico, MO – Matéria orgânica: Digestão Úmida Walkley-Black; Ca²⁺ e Mg²⁺ extraídos com KCl 1 M, pH 7,0; Na⁺ e K⁺ extraídos utilizando-se NH₄OAc 1 M, pH 7,0; Al³⁺+H⁺ extraídos utilizando-se CaOAc 0,5 M, pH 7,0; CE_{es} - 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, potássio e fósforo, foi feita de acordo com recomendação de Cavalcanti (2008). Para o preparo das concentrações de ácido salicílico foi feita a dissolução do ácido salicílico PA em 30% de álcool etílico e 70% de água destilada, conforme as

concentrações de AS. A aplicação foliar foi iniciada aos 15 DAT (Dias após o transplante) e, posteriormente, a cada 15 dias, pulverizando-se as faces abaxial e adaxial das folhas, às 17:00 horas.



Figura 3. Pulverização foliar de ácido salicílico nas plantas de goiabeira *cv. Paluma*, com auxílio de pulverizador manual e lata plástica.

O fornecimento de água foi realizado com sistema de irrigação localizada por gotejamento, com emissores de vazão 10 L h^{-1} . As variáveis estudadas foram: fluorescência inicial (F_0), fluorescência máxima (F_m), fluorescência variável (F_v), razão F_v/F_0 e eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_m), sendo mensuradas em folhas completamente expandidas do terço médio pré-adaptadas ao escuro por 30 min, utilizando-se fluorômetro de pulso modulado (Sciences Inc.- Model OS-30p, Hudson, USA). Foram colocadas pinças nas folhas durante 30 min antes das leituras para adaptação das folhas ao escuro e medidas a Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste F. Nos casos de significância, foi realizado teste de Scott Knott ($p \leq 0,05$) para os tratamentos utilizando-se do software estatístico SISVAR – ESAL versão 5.6 (FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo dos tratamentos estabelecidos para fluorescência inicial (F_0) e fluorescência máxima (F_m) da goiabeira *cv. Paluma* cultivadas sob distintas frequências de irrigação e aplicação de ácido salicílico. A fluorescência variável (F_v), eficiência quântica do

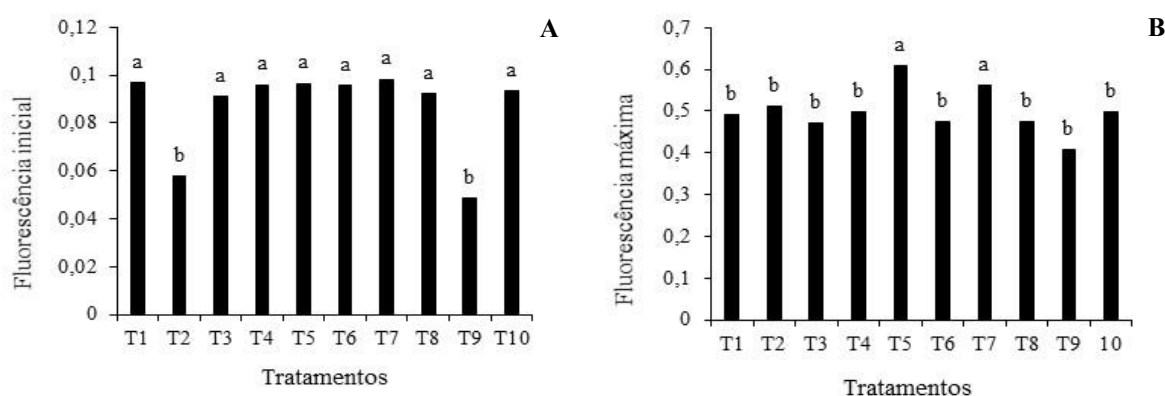
fotossistema II e a razão entre Fv/F0 não apresentaram efeito significativo para os tratamentos estudados (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para fluorescência inicial (F0), fluorescência máxima (Fm), fluorescência variável (Fv), razão Fv/F0 e eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) da goiabeira *cv. Paluma* enxertada em araçá sob frequências de irrigação e aplicação foliar de ácido salicílico (TRAT), aos 365 dias após o transplântio.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		F ₀	F _m	F _v	F _v /F ₀	F _v /F _m
Tratamentos (TRAT)	9	0,0012**	0,0117**	0,0007 ^{ns}	37,2337 ^{ns}	0,9777 ^{ns}
Blocos	3	0,00003 ^{ns}	0,0022 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	12,8423 ^{ns}	0,3259 ^{ns}
Resíduo	27	0,0001	0,0033	0,0003	13,5052	0,4366
CV (%)		14,43	11,65	2,34	36,94	35,45

GL- Grau de liberdade; CV (%) - coeficiente de variação; ** significativo em nível de 0,01 de probabilidade; ns não significativo.

Para a fluorescência inicial da goiabeira (Figura 1A), nota-se que o valor máximo absoluto observado de 0,098 foi obtido nas plantas submetidas a frequência de irrigação de 6 dias e aplicação de ácido salicílico na concentração de 1,8 mM (T7), contudo, não houve diferença estatística entre T1, T3, T4, T5, T6, T8 e T10 com valores médios entre 0,097 e 0,092. O menor valor obtido para a fluorescência inicial (0,048) foi verificado nas plantas do T9, assemelhando-se estatisticamente ao T2 com valor médio de 0,057. A restrição hídrica imposta no T9 (frequência de irrigação de 4 dias e AS 3,6 mM) pode ter ocasionado a redução na fluorescência inicial como estratégia de defesa a condição de estresse, melhorando a captação de energia e, porventura, o funcionamento do fotossistema (Medyouni et al., 2021).



T1 – frequência de irrigação de 1 dia e AS 0 mM; T2 – frequência de irrigação de 2 dias e AS 0 mM; T3- frequência de irrigação de 4 dias e AS 0 mM; T4- frequência de irrigação de 6 dias e AS 0 mM; T5- frequência de irrigação de 2 dias e AS 1,8 mM; T6- frequência de irrigação de 4 dias e AS 1,8 mM; T7- frequência de irrigação de 6 dias e AS 1,8 mM; T8- frequência de irrigação de 2 dias e AS 3,6 mM; T9- frequência de irrigação de 4 dias e AS 3,6 mM; T10- frequência de irrigação de 6 dias e AS 3,6 mM. Barras com a mesma letra indicam não haver diferença significativa entre as médias dos tratamentos pelo teste F ($p > 0,05$).

Figura 4. Fluorescência inicial (A) e fluorescência máxima (B), da goiabeira *cv. Paluma* enxertada em araçá em função das frequências de irrigação e aplicação de ácido salicílico, aos 365 dias após o transplântio.

O maior valor absoluto para fluorescência máxima das plantas de goiabeira (0,60) foi encontrado no T5 (frequência de irrigação de 2 dias e AS 1,8 mM), correspondendo a aumento de 18,33% em relação ao tratamento testemunha (T1), não diferindo do T7 (frequência de irrigação de 6 dias e AS 1,8 mM) estatisticamente com média de 0,561 (Figura 4B). Em contrapartida, o menor valor absoluto (0,406) foi obtido no T9, assemelhando-se estatisticamente aos tratamentos T1, T2, T3, T4, T6, T8 e T10 com valores entre 0,498 e 0,406. O aumento na fluorescência máxima nos tratamentos T5 e T7 pode ser decorrente da capacidade do ácido salicílico de promover aumento na taxa de transporte de elétrons, além de melhorar o rendimento quântico do fotossistema II amenizando os efeitos estressantes provenientes do déficit hídrico (Silva et al., 2023; Roque et al., 2025). Vale ressaltar que, o ácido salicílico tem como ação, a atividade antioxidante, sendo sua eficiência dependente da concentração, modo de aplicação, fase fenológica da cultura e espécie (Poór et al., 2019; Fátima et al., 2023).

CONCLUSÕES

O ácido salicílico modulou a atividade fotoquímica, onde, a concentração de 3,6 mM reduzindo a fluorescência inicial na frequência de irrigação de (4 dias), e a de 1,8mM aumentando a máxima (2 dias), da goiabeira *cv. Paluma*, aos 365 dias após o transplântio.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao INCT em Agricultura Sustentável no Semiárido Tropical-INCTAGriS (CNPq/Funcap/Capes), processos 406570/2022-1 (CNPq) e Processo INCT-35960-62747.65.95/51 (Funcap). (CNPq/FAPESQ), processo 183060/2023-8

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAVALCANTE, A. C. P.; CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, A. G.; BERTINO, A. M. P.; BERTINO, A. M. P.; FERREIRA, N. M. Chemical properties of the soil fertilized with potassium and calcium in guava cultivation *cv. Paluma*. **Australian Journal of Crop Science**, v.12, n. 9, p. 1486-1491, 2018.

CAVALCANTI, F. J. A. **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2. aproximação.** 3.ed. Recife: IPA. 212 p. 2008.

ANDRADE, W. L. de; MELO, A. S. de; MELO, Y. L.; SÁ, F. V. da S.; ROCHA, M. M.; OLIVEIRA, A. P. da S.; FERNANDES JÚNIOR, P. I. Bradyrhizobium inoculation plus foliar application of salicylic acid mitigates water deficit effects on cowpea. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 40, n. 1, p. 656-667, 2021.

FATIMA, R. T. de; LIMA, G. S. de; SOARES, L. A. dos A.; VELOSO, L. L. S. A.; SILVA, A. D.; LACERDA, C. de; PEREIRA, W. E. Salicylic acid concentrations and forms of application mitigate water stress in sour passion fruit seedlings. **Brazilian Journal of Biology**, v. 83, e270865, 2023.

FIGUEIREDO, F. R. A.; LOPES, M. D. F. Q.; SILVA, R. T. da; NÓBREGA, J. S.; SILVA, T. I. DA; BRUNO, R. D. L. A. Respostas fisiológicas de mulungu submetida a estresse salino e aplicação de ácido salicílico. **Brazilian Journal of Irrigation and Drainagem**, v. 24, n. 3, p. 662-675, 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola municipal.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/goiaba/br> Acesso em: 06 de janeiro 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, n.6, p. 451-458, 2022.

MEDYOUNI, I.; ZOUAOUI, R.; RUBIO, E.; SERINO, S.; AHMED, H. B.; BERTIN, N. Effects of water deficit on leaves and fruit quality during the development period in tomato plant. **Food Science & Nutrition**, v. 9, n. 4, p. 1949-1960, 2021.

MOREIRA, A. R.; SOUZA, F. L. B.; SILVA, R. T. L.; OLIVEIRA, R. L. L.; ALONÇO, A. S.; SOUZA, L. C.; CARPES, D. P. Determinação do turno de rega para a produção de mudas de pitaya em ambiente protegido. **Tecno-lógica**, v.22, n. 1, p.73-77, 2018.

SILVA, L. de A.; SOARES, L. A. dos A.; LIMA, G. S. de; ROQUE, I. A; FÁTIMA, R. T. de; LIMA, A. S. Morphophysiology and water relations of Spondias rootstocks under different irrigation frequencies. **Revista Caatinga**, v. 36, n. 4, p.865-874, 2023.

SAHERI, F.; BARZIN, G.; PISHKAR, L.; BOOJAR, M. M. A.; BABAEKHO, L. Foliar spray of salicylic acid induces physiological and biochemical changes in purslane (*Portulaca oleracea* L.) under drought stress. **Biologia**, v. 75, n. 12, p. 2189-2200, 2020.

SOARES, L. A. dos A.; FELIX, C. M.; LIMA, G. S. de; GHEYI, H. R.; SILVA, L. de A.; FERNANDES, P. D. Gas exchange, growth, and production of cotton genotypes under water deficit in phenological stages. **Revista Caatinga**, v. 36, n. 1, p. 145-157, 2023.

WU, Y.; YAN, S.; FAN, J.; ZHANG, F.; XIANG, Y.; ZHENG, J.; GUO, J. Responses of growth, fruit yield, quality and water productivity of greenhouse tomato to deficit drip irrigation. **Scientia Horticulturae**, v. 275, n. 3, e109710, 2021.

ZAFAR, Z.; RASHEED, F.; ATIF, R. M.; MAQSOOD, M.; GAILING, O. Salicylic acid-induced morpho-physiological and biochemical changes triggered water deficit tolerance in *Syzygium cumini* L. saplings. **Forests**, v.12, n. 4, p. 491, 2021.

CABRAL, J. H. A.; SILVA, P. F.; MATOS, R. M.; BONOU, S. I.; SANTOS, B. D. B.; LIMA, V. L. A.; DANTAS NETO, J. Estatística multivariada na qualidade da água residuária utilizadas na irrigação na região semiárida brasileira. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.10, n.4, p.121-133, 2019.

ROQUE, I. A.; SOARES, L. A. dos A.; LIMA, V. L. de; SOUSA, V. F. de O.; LIMA, G. S. de; GHEYI, H. R.; SILVA, S. T. de A. Foliar application of salicylic acid mitigates water deficit in guava. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.29, n. 5, e288437, 2025.