



# I WORKSHOP DE HORTICULTURA NO SEMIÁRIDO & VIII SEMANA DE AGRONOMIA 02 a 06 de setembro de 2024

## Eficiência fotoquímica da goiabeira sob estratégias de irrigação e aplicação exógena de ácido ascórbico

Flávia de Sousa ALMEIDA<sup>1</sup>; Cassiano Nogueira LACERDA<sup>2</sup>; Victor Ferreira QUEIROZ<sup>2</sup>; Saulo Soares da SILVA<sup>1</sup>; Geovani Soares de LIMA<sup>1</sup>; Lauriane Almeida dos Anjos SOARES<sup>1</sup>

I Workshop de Horticultura no semiárido & VIII Semana de Agronomia

<sup>1</sup>Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, Brasil

[flaviaalmeida632@gmail.com](mailto:flaviaalmeida632@gmail.com)

**RESUMO:** Objetivou-se com este estudo avaliar a eficiência fotoquímica da goiabeira cultivada sob diferentes estratégias de irrigação e aplicação exógena de ácido ascórbico. O experimento foi desenvolvido em ambiente de campo na Fazenda Experimental ‘Rolando Enrique Rivas Castellón’, pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar – CCTA da Universidade Federal de Campina Grande, São Domingos, Paraíba. O experimento foi organizado em parcelas subdivididas cujas parcelas foram constituídas por quatro estratégias de manejo da irrigação: SE (plantas sob irrigação plena durante todo o ciclo); VE, FL e VE/FL (plantas irrigadas com 50% da necessidade hídrica nas fases vegetativa, floração e vegetativa/floração, respectivamente), e as subparcelas por quatro concentrações de ácido ascórbico (0, 200, 400 e 600 mg L<sup>-1</sup>), com três repetições. O déficit hídrico aplicado nas fases vegetativa e de floração sucessivamente em goiabeira ‘Paluma’, aumenta a fluorescência inicial, e reduz a fluorescência máxima e a eficiência quântica máxima do PSII. Aplicação do déficit hídrico sucessivamente nas fases vegetativa e de floração, aliado ao incremento nas concentrações de ácido ascórbico reduz a eficiência quântica do fotossistema II da goiabeira ‘Paluma’.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Psidium guajava* L.; elicitor; escassez hídrica; fluorescência.

### INTRODUÇÃO

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) é uma frutífera cultivada em todo o território brasileiro. No ano de 2021, o Brasil produziu em torno de 552.393 toneladas em uma área plantada de 22.137 hectares com rendimento médio de 24.953 kg ha<sup>-1</sup>, destacando-se a região Nordeste a maior produtora com produção de 287.055 toneladas (IBGE, 2023).

Apesar da potencialidade desta frutífera para essa região a produção é limitada, como consequência da restrição hídrica, devido à irregularidade das precipitações, tanto no tempo como no espaço, com predominância em quatro meses por ano (ANDRADE et al., 2017). Em condições de escassez de água no solo, o estresse ocasionado sobre as plantas pode causar danos oxidativos aos cloroplastos e reduzir a síntese de pigmentos fotossintéticos, prejudicando assim as atividades do fotossistema II (PSII) (XIA et al., 2022), todavia, a tolerância das plantas ao estresse hídrico é variável conforme a fase fenológica (CHAI et al., 2016).

Para amenizar os impactos do estresse destaca-se o uso de atenuantes como o ácido ascórbico (AsA). O AsA atua na proteção de proteínas e lipídeos em plantas submetidas ao estresse hídrico, e aumenta a atividade das enzimas catalase, superóxido dismutase, e o teor de prolina, reduzindo a produção de peróxido de hidrogênio induzindo a tolerância da planta aos diferentes estresses abióticos (NAZ et al., 2016).

Nesse sentido, objetivou-se com este estudo avaliar a eficiência fotoquímica da goiabeira cultivada sob diferentes estratégias de irrigação e aplicação exógena de ácido ascórbico.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em um ambiente de campo em área pertencente à Fazenda Experimental ‘Rolando Enrique Rivas Castellón’, vinculada ao Centro de Ciências e Tecnologia

Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, localizada no município de São Domingos, Paraíba (06°48'50"S; 37°56'31"W, 190 m).

O experimento foi organizado em parcelas subdivididas com três repetições, cujas parcelas foram constituídas por quatro estratégias de manejo da irrigação: SE (plantas sob irrigação plena durante todo o ciclo); VE (plantas irrigadas com 50% da necessidade hídrica na fase vegetativa), FL (plantas irrigadas com 50% da necessidade hídrica na fase de floração), e VE/FL (plantas irrigadas com 50% da necessidade hídrica na fase vegetativa e de floração), e as subparcelas por quatro concentrações de ácido ascórbico (0, 200, 400 e 600 mg L<sup>-1</sup>). Cada parcela foi composta por três plantas úteis e uma bordadura, espaçadas a 3,5 m entre linhas e 2,5 m entre plantas.

Foram utilizados duas lâminas de irrigação, sendo a primeira com 100% da necessidade hídrica - SE (irrigação plena) aplicada durante todo o ciclo da cultura e 50% da necessidade hídrica da cultura (déficit hídrico), nas seguintes fases fenológicas da cultura: vegetativa (VE) – início do estresse hídrico com o transplântio das mudas até o surgimento da inflorescência; floração (FL) – irrigação com hídrico iniciando-se com o surgimento da inflorescência e se estendendo até o surgimento dos frutos ‘chumbinhos’; iniciando o estresse aos 102 dias após o transplântio (DAT). O estudo foi realizado com a cultivar Paluma cujas mudas foram produzidas a partir de estacas.

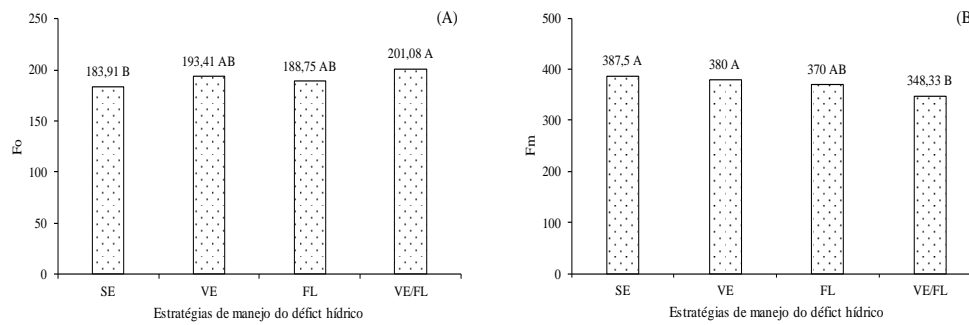
O método de irrigação utilizado foi o gotejamento localizado, utilizando tubos principais de PVC com 32 mm de diâmetro e tubos secundários de polietileno de baixa densidade com 16 mm de diâmetro, equipados com gotejadores de vazão de 10 L h<sup>-1</sup>. Cada planta recebeu dois gotejadores autocompensantes do modelo GA 10 Grapa, posicionados a uma distância de 15 cm do caule. A irrigação foi realizada todos os dias às 07:00 da manhã, seguindo uma estratégia específica de aplicação de água.

As aplicações foliares com ácido ascórbico iniciaram aos 100 DAT, correspondendo a 72 horas antes do início do déficit hídrico nas plantas. Posteriormente, as aplicações foram feitas a cada 20 dias, iniciando às 17 horas, até que as plantas alcançassem a fase de plena floração. As soluções foram preparadas dissolvendo o ácido ascórbico em água destilada no dia de cada aplicação.

Aos 308 DAT, foi realizada avaliação da fluorescência da clorofila a através as variáveis: Fluorescência inicial (Fo), Fluorescência máxima (Fm), Fluorescência variável (Fv) e eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm). Os dados foram analisados quanto à normalidade e, posteriormente, submetidos à análise de variância pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ), quando significativo foi realizado teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) para as estratégias de irrigação com déficit hídrico e análise de regressão polinomial linear e quadrática ( $p \leq 0,05$ ) para as concentrações de ácido ascórbico, utilizando o software estatístico SISVAR-ESAL (FERREIRA, 2019).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estratégias de manejo do déficit hídrico influenciaram de forma significativa a fluorescência da clorofila a das plantas de goiabeira ‘Paluma’. Verifica-se que para a fluorescência inicial – Fo (Figura 1A) das plantas sob déficit hídrico (50% da necessidade hídrica da cultura) na fase vegetativa e floração (VE/FL) os maiores valores médios (201,08) de Fo. Quando comparadas as plantas sob estratégia VE/FL com as sob estratégia SE (100% da necessidade hídrica aplicada durante todo o ciclo da cultura) verifica-se um acréscimo de 8,54%. O aumento na Fo sob déficit hídrico pode ser resultado de danos no centro de reação do PSII, bem como da redução de transferência da energia do complexo antena para o centro de reação (LIMA et al., 2019), fato que pode ser justificado pelo maior tempo de estresse que as plantas sob a estratégia VE/FL passaram, pois houve restrição hídrica para essas plantas durante duas fases fenológicas de forma consecutiva.

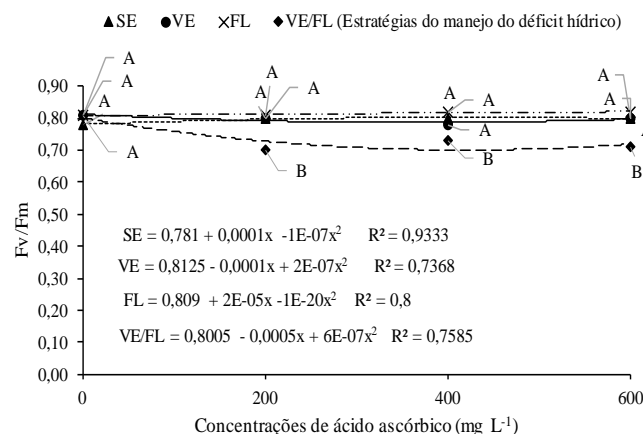


SE - sem déficit ao longo do ciclo da cultura; VE, FL e VE/FL déficit hídrico na fase vegetativa; floração - FL; e vegetativa/floração respectivamente.

**Figura 1.** Fluorescência inicial – Fo (A) e máxima – Fm (B) da goiabeira ‘Paluma’ em função das estratégias de manejo do déficit hídrico aos 308 dias após o transplantio.

Para fluorescência máxima - Fm (Figura 1B), observou-se nas plantas submetidas ao déficit hídrico conforme a estratégia VE/FL, os menores valores médios (348,33), em relação as demais estratégias. A Fm indica a intensidade máxima da fluorescência emitida, quando praticamente toda a quinona é reduzida e os centros de reação atingem sua capacidade máxima de reações fotoquímicas, processo que necessita de elétrons provenientes da água (SILVA et al., 2015). Nas condições do presente estudo, houve decréscimo de 10,11% dos valores de Fm com a elevação do estresse causado por deficiência hídrica nas plantas sob estratégia VE/FL em comparação as plantas sob estratégia SE (387,5). De acordo com Cruz et al. (2009), esse comportamento indica que o decréscimo prolongado da água disponível no solo pode culminar em danos irreversíveis aos tecidos foliares, já que à medida que a disponibilidade de água para a planta diminui, a transpiração é reduzida, a senescência é acelerada e as folhas mais velhas sofrem dessecação e, posteriormente, abscisão, onde essas restrições estomáticas no suprimento de CO<sub>2</sub>, pela falta de água, podem provocar limitações em componentes não estomáticos, com danos nos centros de reação do fotossistema II. Além disso, o resultado obtido na Fm das plantas sob estratégia VE/FL pode estar ligado aos danos sofridos no aparato fotossintético das plantas pelo maior tempo de estresse observado na Fo (Figura 1A).

Para o desdobramento da interação entre as estratégias de manejo da irrigação e concentrações de AsA para eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm), verifica-se diferença estatística apenas para as concentrações de 200, 400 e 600 mg L<sup>-1</sup> de AsA. Em ambas o resultado foi parecido, onde o aumento das concentrações de AsA para as plantas sob estratégia VE/FL decresceu a Fv/Fm com valores médios de 0,70; 0,73; e 0,71 para as concentrações de 200, 400 e 600 mg L<sup>-1</sup> de AsA respectivamente (Figura 2). Conforme Silva et al. (2015) quando os valores de Fv/Fm estão entre 0,75 e 0,85 é um indicativo de que o aparato fotossintético está intacto.



**Figura 2.** Desdobramento da interação entre os fatores estratégias de manejo do déficit hídrico (EMDH) e aplicação exógena de ácido ascórbico (AsA) para eficiência quântica do fotossistema II - Fv/Fm da goiabeira ‘Paluma’, aos 308 dias após o transplantio.

Todavia, neste trabalho os valores das plantas sob estratégia VE/FL são inferiores, devido possivelmente à baixa eficiência na absorção de energia luminosa pelo complexo de antenas do PSII e à sua conversão em energia química. Além disso, os danos observados (Figuras 1A e B) pelo tempo de maior estresse a essa estratégia (VE/FL) podem ter refletido sobre a Fv/Fm da goiabeira 'Paluma'. Aliado a isso, o aumento nas concentrações de AsA pode ter ocasionado alguma toxicidade as plantas sob estratégia VE/FL, intensificando o efeito do estresse hídrico sobre as mesmas, justificando esse decréscimo na Fv/Fm com o aumento das concentrações de AsA. Visto que o AsA desempenha papel no cloroplasto podendo servir como um doador de elétrons diretos ao FSI e fotossistema II (FSII) sob condições onde o principal sistema doador de elétrons é prejudicado (MANO et al., 2004), com fotorredução de MDHA por ferredoxina (Fd) mantendo o transporte de elétrons quando  $\text{NAPD}^+$  é limitante (GRACE et al, 1995), contudo, esse antioxidante quando em excesso pode atuar como pro-oxidante estimulando as reações de Fenton, induzindo a acumulação de EROs e gerando estresse oxidativo (CASTRO, 2014).

## CONCLUSÕES

O déficit hídrico aplicado nas fases vegetativa e de floração sucessivamente em goiabeira 'Paluma', aumenta a fluorescência inicial, e reduz a fluorescência máxima e a eficiência quântica máxima do PSII.

Aplicação do déficit hídrico sucessivamente nas fases vegetativa e de floração aliado ao incremento nas concentrações de ácido ascórbico reduz a eficiência quântica do fotossistema II da goiabeira 'Paluma'.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, J. A.; NUNES, M. A. Acesso à água no Semiárido Brasileiro: uma análise das políticas públicas implementadas na região. *Revista Espinhaço*, v.3, n.1, p.28-39, 2017.
- CASTRO, J. L. S. A Toxicidade do ácido ascórbico em plantas de arroz silenciadas nas APXs cloroplásticas induz estresse oxidativo não dependente da fotossíntese. 78 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2014.
- CHAI, Q.; GAN, Y.; ZHAO, C.; XU, H. L.; WASKOM, R. M.; NIU, Y.; SIDDIQUE, K. H. Regulated deficit irrigation for crop production under drought stress. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, v.36, n.3, p.1-21, 2016.
- CRUZ, M. do C. M. da.; SIQUEIRA, D. L. de; SALOMÃO, L. C. C.; CECON, P. R. Fluorescência da clorofila a em folhas de tangerineira 'Ponkan' e limeira ácida 'Tahiti' submetidas ao estresse hídrico. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.31, n.3, p.896-901, 2009.
- Eficiência fotoquímica, partição de fotoassimilados e produção do algodoeiro sob estresse salino e adubação nitrogenada. *Revista de Ciências Agrárias*, v.42, n.1, p.214-225, 2019.
- 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.
- GRACE, S.C.; PACE, R.; WYDRZYNSKI, T. Formation and decay of monodehydroascorbate radicals in illuminated thylakoids as determined by ESR spectroscopy. *Biochimica et Biophysica Acta*, v.1229, p.155-165, 1995.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção agrícola - lavoura permanente. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/15/11954> > Acesso em: 10 jun. 2024.
- LIMA, G. S. de.; DIAS, A. S.; SOARES, L. A. A. dos.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SILVA, A. A. R. da. MANO, J.; HIDEG, E.; ASADA, K. Ascorbate in thylakoid lumen functions as an alternative electron donor to photosystem II and photosystem I. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, v.429, n.1, p.71-80, 2004.
- NAZ, H.; AKRAM, N. A.; ASHRAF, M. Impact of ascorbic acid on growth and some physiological attributes of cucumber (*Cucumis sativus*) plants under water-deficit conditions. *Journal of Botany*, v.48, n.3, p.877-883, 2016.
- SILVA, F. G.; DUTRA, W. F.; DUTRA, A. F.; OLIVEIRA, I. M. de; FILGUEIRAS, L. M. B.; MELO, A. S. de. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em plantas de berinjela sob lâminas de irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.19, n.10, p.946-952, 2015.
- XIA, Q.; FU, L. J.; TANG, H.; SONG, L.; TAN, J. L.; GUO, Y. Sensing and classification of rice (*Oryza sativa* L.) drought stress levels based on chlorophyll fluorescence. *Photosynthetica*, v.60, n.1, p.102-109, 2022.