

## EFICIÊNCIA FOTOQUÍMICA DE GENÓTIPOS DE CAJUEIRO ANÃO PRECOCE SOB DÉFICIT HÍDRICO E ÁCIDO SALÍCILICO

NADIANA PRAÇA DE SOUZA<sup>1</sup>, LAURIANE ALMEIDA DOS ANJOS SOARES<sup>2</sup>, DANIEL DA CONCEIÇÃO ALMEIDA<sup>3</sup> THAIS APARECIDA ROCHA DA COSTA<sup>1</sup> e GEOVANI SOARES DE LIMA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Mestrandas em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, nadianasouza2018@gmail.com; ttthaisrochacosta@gmail.com;

<sup>2</sup>Dra. Engenharia Agrícola, Prof<sup>ª</sup>. CCTA – UAGRA, Pombal-PB, lauriane.almeida@professor.ufcg.edu.br;

<sup>3</sup>Graduandos em Agronomia, UFCG, Pombal-PB, danielconceicao4008@gmail.com;

<sup>4</sup>Dr. Engenharia Agrícola, Prof. CCTA – UAGRA, Pombal-PB, geovani.soares@professor.ufcg.edu.br.

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC  
6 a 8 de outubro de 2025

**RESUMO:** O cajueiro anão precoce é amplamente cultivado no Nordeste do Brasil, devido à sua importância socioeconômica, entretanto sua produção é limitada devido à baixa disponibilidade hídrica característica dessa região. Diante disso, objetivou-se avaliar a eficiência fotoquímica em genótipos de cajueiro anão precoce em condições de déficit hídrico e aplicação foliar de ácido salicílico. O trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação, do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizado no município de Pombal-PB. O estudo foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, em arranjo fatorial  $3 \times 3$ , sendo resultantes da combinação de três genótipos de cajueiro anão precoce (Embrapa 51, Faga 11 e CCP76) e três concentrações de ácido salicílico -AS (0; 1,5 e 3,0 mM) com três repetições e duas plantas por parcela, sob irrigação referente a 40% da evapotranspiração real da cultura – ETr. O ácido salicílico na concentração de 3,0 mM reduziu a fluorescência inicial no genótipo CCP 76 e aumentou a fluorescência máxima e variável nos genótipos CCP 76 e Faga 11. O ácido salicílico promoveu aumento na eficiência quântica máxima do PSII dos genótipos de cajueiro anão precoce sob déficit hídrico, aos 70 dias após a semeadura.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Anacardium occidentale* L., escassez hídrica, fitohormônio.

### PHOTOCHEMICAL EFFICIENCY OF EARLY DWARF CASHEW GENOTYPES UNDER WATER DEFICIT AND SALICYLIC ACID

**ABSTRACT:** The dwarf cashew tree is widely cultivated in the Northeast of Brazil due to its socioeconomic importance; however, its production is limited by the low water availability characteristic of this region. Therefore, the aim was to evaluate the photochemical efficiency of dwarf cashew genotypes under water deficit conditions and foliar application of salicylic acid. The study was carried out in a greenhouse at the Center for Agro-Food Science and Technology (CCTA) of the Federal University of Campina Grande (UFCG), located in the municipality of Pombal, Paraíba. The experiment followed a randomized block design in a  $3 \times 3$  factorial arrangement, resulting from the combination of three dwarf cashew genotypes (Embrapa 51, Faga 11, and CCP76) and three salicylic acid (SA) concentrations (0, 1.5, and 3.0 mM), with three replications and two plants per plot, under irrigation corresponding to 40% of the actual evapotranspiration (ETa) of the crop. Salicylic acid at a concentration of 3.0 mM reduced the initial fluorescence in the CCP 76 genotype and increased the maximum and variable fluorescence in the CCP 76 and Faga 11 genotypes. Salicylic acid also promoted an increase in the maximum quantum efficiency of PSII in the dwarf cashew genotypes under water deficit, 70 days after sowing.

**KEYWORDS:** *Anacardium occidentale* L., water scarcity, phytohormone.

## INTRODUÇÃO

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) está entre as principais culturas perenes mais cultivadas no Nordeste brasileiro, desempenhando um papel importante na geração de milhares de emprego e renda, além de contribuir com o desenvolvimento de propriedades rurais e agroindustriais localizadas nas zonas urbanas (Xavier et al., 2022). Entre os principais estados produtores de castanha de caju no Brasil, destaca-se o Ceará, responsável por mais da metade da área colhida (63,7%), além de possuir a maior parcela de produção nacional cultivada (63,5%) (Brainer, 2021).

Entretanto, a baixa disponibilidade hídrica é um dos fatores limitantes para o crescimento e a produtividade do cajueiro no semiárido brasileiro, ocasionada por precipitações concentradas em alguns meses do ano, seguido de extensos períodos de estiagem e elevadas taxas de evapotranspiração (Almeida et al., 2021). Em geral, em plantas sob restrição hídrica, ocorrem distúrbios fisiológicos e metabólico, resultando em danos nos tecidos foliares e redução na eficiência fotossintética (Wang et al., 2023).

Dentre as novas tecnologias empregadas para atenuar os efeitos deletérios do déficit hídrico, está a aplicação foliar do ácido salicílico, um fitohormônio capaz de ativar genes que atuam no mecanismo da planta contra estresse oxidativo, favorecendo o combate as ERO's, além de beneficiar o movimento estomáticos, acúmulo de pigmentos, fotossíntese e absorção de nutrientes (Zafar et al., 2021). Diante disso, objetivou-se avaliar a eficiência fotoquímica de genótipos de cajueiro anão precoce sob déficit hídrico e aplicação foliar de ácido salicílico.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação, do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizado no município de Pombal-PB, cujas coordenadas geográficas são 6°47'20" de latitude e 37°48'01" de longitude, e altitude de 194 m. Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados, em arranjo fatorial 3 × 3, sendo três genótipos de cajueiro anão precoce (Embrapa 51, Faga 11 e CCP76) e três concentrações de ácido salicílico -AS (0; 1,5 e 3,0 mM) com três repetições e duas plantas por parcela, sob irrigação referente a 40% da evapotranspiração real da cultura – ETr, obtida através da lisimetria de pesagem conforme trabalho realizado por Silva et al. (2023). Já as concentrações de ácido salicílico foram determinadas com base em pesquisas de Lacerda et al. (2022).

Para semeadura dos genótipos de cajueiro anão precoce, as sementes foram embebidas em água por 30 minutos e selecionadas de acordo com a densidade, sendo utilizada uma castanha por recipiente na posição peduncular, na profundidade de 3,0 cm, em sacolas de polietileno com dimensões de 30 cm de altura e 12 cm de diâmetro, contendo solo classificado como Neossolo Regolítico (coletado na profundidade 0-30 cm) proveniente da fazenda experimental do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA, dos quais os atributos físicos e químicos foram determinados conforme Teixeira et al. (2017).

Na fase de formação das mudas, realizou-se as adubações com nitrogênio, fósforo e potássio conforme Novais et al. (1991). Após a semeadura, a umidade do solo foi mantida próxima à capacidade de campo em todas as unidades experimentais, garantindo condições adequadas até o surgimento da primeira folha definitiva. Aos 30 dias após a semeadura (DAS), foram realizadas as aplicações foliares de ácido salicílico (AS) nas distintas concentrações experimentais. Durante a condução do experimento foram feitas três aplicações. As concentrações de ácido salicílico foram preparadas a partir da dissolução em 30% de álcool etílico (pureza de 95,5%) em água destilada, devido ser uma substância que possui baixa solubilidade em água à temperatura ambiente. Após 72 horas da primeira aplicação do ácido salicílico, iniciou-se o regime de déficit hídrico (40% da ETr).

Aos 70 dias após a semeadura, a eficiência quântica foi determinada utilizando-se fluorômetro modulado Plant Efficiency Analyser – PEA II® (Hansatech Instruments Co., UK), onde foram colocadas pinças foliares (leaf clips) nas folhas selecionadas para as leituras após 30 minutos de adaptação ao escuro e em seguida determinou-se a fluorescência inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm) e fluorescência variável (Fv) e de posse dos dados foi quantificada a eficiência quântica do fotossistema II - Fv/Fm.

Os dados coletados neste estudo foram submetidos ao teste de normalidade (teste de ShapiroWilk) seguido da análise de variância pelo teste 'F', em casos de significância, realizou o teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) para os dados relativos aos genótipos e aplicação foliar de ácido salicílico utilizando o software estatístico SISVAR 5.6 (Ferreira, 2019).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação entre os fatores genótipos de cajueiro anão precoce e aplicação de ácido salicílico (AS  $\times$  G) para fluorescência inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm) e fluorescência variável (Fv). Para fatores isolados, houve significância para a eficiência quântica do fotossistema II (FSII) aos 70 dias após a semeadura.

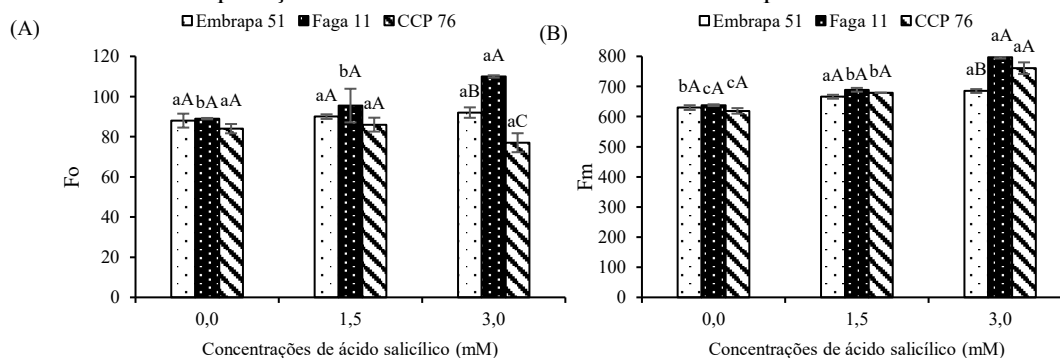
**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para fluorescência inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm) e eficiência quântica do fotossistema II (FSII) de genótipos de cajueiro anão precoce sob déficit hídrico e aplicação de ácido salicílico, aos 70 dias após semeio.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		Fo	Fm	Fv	Fv/Fm
Genótipos (G)	2	572,06***	5077,37***	4064,34***	0,0008**
Ácido salicílico (AS)	2	82,90 <sup>ns</sup>	31823,13***	28703,73***	0,0004*
Interação (AS $\times$ G)	4	168,52*	2670,59***	2483,80***	0,0003 <sup>ns</sup>
Blocos	2	44,56 <sup>ns</sup>	427,25 <sup>ns</sup>	300,12 <sup>ns</sup>	0,00001 <sup>ns</sup>
Resíduo	16	43,28	196,22	258,28	0,00011
CV (%)	-	7,26	2,05	2,70	1,20

<sup>ns</sup>, <sup>\*\*\*</sup>, <sup>\*\*</sup>, <sup>\*</sup> respectivamente, não significativo, significativo a  $p \leq 0,001$ ,  $p \leq 0,01$  e  $p \leq 0,05$ ; GL – Grau de liberdade; CV – Coeficiente de variação.

Para a fluorescência inicial (Fo) (Figura 1A), em função da interação entre os fatores (AS  $\times$  G) (Figura 1A), verifica-se diferença entre as concentrações de ácido salicílico apenas no genótipo Faga 11 com maior Fo (110) nas plantas sob aplicação foliar de 3,0 mM de AS, com acréscimos de 19,09 e 13,18% quando comparadas as concentrações de 0 e 1,5 mM, respectivamente. Entre os genótipos, destaca-se o genótipo Faga 11 na concentração de 3,0 mM de AS com acréscimos de 16,36 e 30% nos genótipos Embrapa 51 e CCP 76, respectivamente. Para as demais concentrações não foram observadas diferenças na Fo entre genótipos. As reduções na Fo dos genótipos Embrapa 51 e CCP 76, pode indicar maior eficiência na proteção ou recuperação dos centros de reação do fotossistema II mesmo sob condições de déficit hídrico, associadas ao efeito do ácido salicílico na regulação da abertura estomática, favorecendo a difusão de CO<sub>2</sub> e, conseqüentemente, reduzindo o acúmulo de energia excessiva nos centros de reação, o que resulta em menor Fo (Zörb et al., 2019; Zafar et al., 2020).

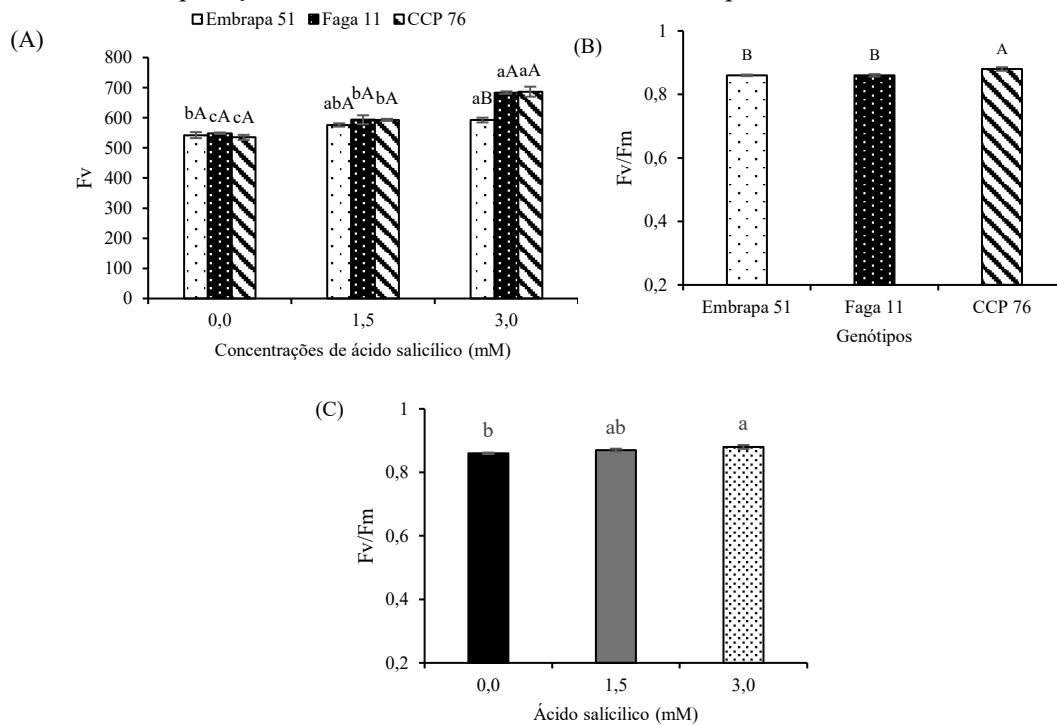
Figura 1. Fluorescência inicial (Fo) e Fluorescência máxima (Fm) de genótipos de cajueiro anão precoce sob déficit hídrico e aplicação foliar de ácido salicílico aos 70 dias após a semeadura.



Em cada genótipo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as concentrações, barras com mesma letra maiúscula indicam que as médias dos genótipos em cada concentração não diferem entre si pelo teste de Tukey,  $p \leq 0,05$ .

Em relação a fluorescência máxima (Fm) e a fluorescência variável (Fv), observou-se efeito significativo da interação entre os fatores ácido salicílico e genótipos (AS  $\times$  G) (Figuras 1B e 2A). Para a fluorescência máxima, o Embrapa 51 apresentou reduções de 14,01% e 9,94% em relação ao Faga 11 e ao CCP 76, respectivamente na concentração de 3 mM. De forma semelhante, na fluorescência variável, as reduções observadas foram de 13,34% em relação ao Faga 11 e de 13,71% em comparação ao CCP 76. Esses genótipos (Faga 11 e CCP 56) indicam uma maior eficiência na captação e utilização da energia luminosa pelo fotossistema II. Esses resultados sugerem que o ácido salicílico pode atuar como um regulador positivo da atividade fotossintética em condições de estresse hídrico, favorecendo a estabilidade e funcionalidade do aparato fotossintético em genótipos mais responsivos, como o Faga 11 e o CCP 76 (Santos et al., 2022).

Figura 2. Fluorescência variável (Fv) e quântica do fotossistema II (FSII) de cajueiro anão precoce sob déficit hídrico e aplicação foliar de ácido salicílico aos 70 dias após a semeadura.



Em cada genótipo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as concentrações, barras com mesma letra maiúscula indicam que as médias dos genótipos em cada concentração não diferem entre si pelo teste de Tukey,  $p \leq 0,05$ .

Na eficiência quântica máxima do PSII (Figura 2B) em mudas de cajueiro anão precoce, ambos os genótipos tiveram rendimento quântico máximo do PSII semelhantes e compreendidos entre os valores considerados ideais para as plantas em condições normais de cultivo. De acordo com Bolhàr-Nordenkamp et al. (1989), essa faixa varia entre 0,75 e 0,84, indicando que a deficiência hídrica no solo não foi suficiente para comprometer significativamente o aparato fotoquímico dos genótipos avaliados. Por outro lado, a aplicação foliar de ácido salicílico influenciou significativamente a eficiência quântica máxima do PSII (Figura 2C), com destaque para a concentração de 3,0 mM, que promoveu um aumento de 2,27% em relação às plantas que não receberam aplicação de AS. Esses resultados sugerem um efeito positivo do ácido salicílico na manutenção da integridade funcional do PSII sob condições de estresse hídrico (Santos et al., 2022). Esse efeito benéfico do AS pode estar relacionado à sua capacidade de retardar ou atenuar a degradação da proteína D1 e os danos funcionais ao PSII, preservando a estrutura e funcionalidade dos centros de reação (Hou et al., 2019).

## CONCLUSÃO

A aplicação de ácido salicílico na concentração de 3,0 mM reduziu a fluorescência inicial no genótipo CCP 76 e aumentou a fluorescência máxima e variável nos genótipos CCP 76 e Faga 11.

O ácido salicílico promoveu aumento na eficiência quântica máxima do PSII dos genótipos de cajueiro anão precoce sob déficit hídrico, aos 70 dias após a semeadura.

## AGRADECIMENTOS

A CAPES pela concessão de bolsa de pesquisa ao primeiro autor.

## REFERÊNCIAS

- Bolh ar-Nordenkamp, H. R.; Long, S. P.; Baker, N. R.;  quist, G.; Schreider, U.; Lechner E. G. Chlorophyll fluorescence as a probe of the photosynthetic competence of leaves 52 in the field: a review of current instrumentation. *Functional Ecology*, v.3, p. 497-514, 1989.
- Brainer, M. S. DE C. P. Cajucultura: o proveito do pedúnculo. *Caderno Setorial ETENE*, v.6, p.1-19, 2021.
- 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.
- Hou, Q. Z.; Pang, X.; Sun, K.; Liang, J. Y.; Jia, L. Y.; Feng, H. Q.; Zhang, T. S.; Zheng, Y. D.; Wang, Y. P. Depletion of extracellular ATP affects the photosystems II photochemistry and role of salicylic acid in this process. *Photosynthetica*, v.57, p.533-539, 2019.
- Lacerda, C. N. de.; Lima, G. S. de.; Soares, L. A. da.; 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.
- Novais, R. F.; Neves, J. C. L.; Barros, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA, A. J. (editor) *Métodos de pesquisa em fertilidade do solo*. Brasília-DF: Embrapa-SEA. 1991.
- Santos, C. C., N. M. Lima, L. C. D. S. Saracho, S. D. P. Scalon, and M. D. C. Vieira. Salicylic acid alleviates the water stress on photochemical apparatus and quality of *Schinus terebinthifolia* seedlings. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.26, p.747-52, 2022.
- 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, p.865-874, 2023.
- Teixeira, P. C.; Donagemma, G. K.; Fontana, A.; Teixeira, W. G. (Org.), *Manual de métodos de análise de solo*. 3. ed. Brasília, DF: EMBRAPA. 2017. 577p.
- Wang, J.; Ding, Z.; Alotaibi, M. O.; HE, Y.; HUI, Y.; EISSA, M. A.; GHONEIM, A. M.; REKABY, S. A. *Azolla* (*Azolla pinnata*) mitigated water stress and enhanced fruit yield of mango plants (*Mangifera indica* L.) in arid-degraded soil. *Journal of Soil Science Plant Nutrition*, v, 23, p. 1173-1184, 2023.
- Xavier, C. R ; Guerra, C. da Silva, F. S. N., Neto, O. Z. S.; Rodrigues, L. J.; Takeuchi, K. P. Aspectos produtivos da cajucultura e aproveitamento integral de derivados de caju no processamento agroindustrial. *RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar*, v. 3, p. e381792-e381792, 2022.
- Zafar, Z.; Rasheed, F.; Atif, R. M.; Maqsood, M.; Gailing, O. Salicylic acid-induced morphophysiological and biochemical changes triggered water deficit tolerance in *Syzygium cumini* L. saplings. *Forests*, v. 12, p. 1-15, 2021.
- Z rb, C.; Geilfus, C. M.; Dietz, K. J. Salinity and crop yield. *Plant Biology*, v. 21, p. 31-38, 2019.