



EFICIÊNCIA FOTOQUÍMICA DE GOIABEIRA SOB LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E APLICAÇÃO FOLIAR DE ÁCIDO ASCÓRBICO

Cassiano Nogueira de Lacerda¹, Geovani Soares de Lima², Lauriane Almeida dos Anjos Soares³, Thiago Filipe de Lima Arruda⁴, Jessica Dayanne Capitulino¹, Vitória Dantas de Sousa⁵

RESUMO: O estresse hídrico em plantas reduz o crescimento, os aspectos fisiológicos comprometendo sua produtividade. Neste contexto, objetivou-se com o presente estudo avaliar a eficiência fotoquímica de plantas de goiabeira em função de estresse hídrico e aplicação foliar de ácido ascórbico. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados, em arranjo fatorial 2×4 , cujos tratamentos resultaram da combinação de dois fatores: duas lâminas de água de irrigação (50 e 100% da evapotranspiração real - ETr) e quatro concentrações de ácido ascórbico – AA (0; 30; 60 e 90 mM), com três repetições. A irrigação com lâmina de 50% da ETr aumentou a fluorescência inicial das plantas de goiabeira cv. Paluma, aos 240 dias após o transplântio. A fluorescência máxima e variável foram reduzidas nas plantas submetidas a irrigação com com lâmina de 50% da ETr, aos 240 dias após o transplântio. A aplicação foliar de ácido ascórbico em concentrações variando de 0 a 90 mM de ácido ascórbico reduziu o extravasamento de eletrólitos no limbo foliar das plantas de goiabeira.

PALAVRAS-CHAVE: *Psidium guajava* L., estresse abiótico, fluorescência.

PHOTOCHEMICAL EFFICIENCY OF GUAVA CV. PALUMA UNDER IRRIGATION SHEETS AND ASCORBIC ACID FOLIAR APPLICATION

ABSTRACT: Water stress in plants reduces growth, the physiological aspects compromising their productivity. In this context, the aim of this study was to evaluate the photochemical efficiency of guava plants as a function of water stress and foliar application of ascorbic acid.

¹ Doutorando(a) em Engenharia Agrícola, UFCG, cassianonogueiraagro@gmail.com; capitulinoj@hotmail.com

² Professor PPGEA, UFCG, geovani.soares@professor.ufcg.edu.br

³ Professora CCTA, UFCG, laurispo.agronomia@gmail.com

⁴ Mestrando em Engenharia Agrícola, UFCG, thiago.filipe.la@gmail.com

⁵ Graduanda em Engenharia Agrícola, UFCG, vitória.dantas@estudante.ufcg.edu.br

A randomized block design was used, in a 2×4 factorial arrangement, whose treatments resulted from the combination of two factors: two irrigation water depths (50 and 100% of actual evapotranspiration - ETr) and four concentrations of ascorbic acid - AA (0; 30; 60 and 90 mM), with three repetitions. Irrigation with a depth of 50% ETr increased the initial fluorescence of guava plants cv. Paluma, at 240 days after transplanting. The maximum and variable fluorescence were reduced in the plants submitted to irrigation with a depth of 50% of the ETr, at 240 days after transplanting. Foliar application of ascorbic acid at concentrations ranging from 0 to 90 mM of ascorbic acid reduced electrolyte leakage in the leaf blade of guava plants.

KEYWORDS: *Psidium guajava* L., abiotic stress, fluorescence.

INTRODUÇÃO

A goiabeira é uma frutífera de alto potencial produtivo, sendo o Brasil um dos principais produtores juntamente com a Índia e Paquistão. No Brasil sua maior produção está localizada na região Nordeste, destacando-se os estados do Pernambuco, Bahia e Ceará com produção média de 198.754, 46.836 e 22.062, respectivamente, responsáveis por alavancar a produção nacional (IBGE, 2022).

Esta frutífera tem grande importância socioeconômica para região semiárida Nordestina, no entanto características intrínsecas de clima geram condições adversas para produção durante todo o ano. Uma das principais causas é baixa disponibilidade de água devido a irregularidade das chuvas ocorrendo em diferentes espaços de tempo (ANDRADE et al., 2017). A água é um elemento essencial para todas as funções relacionadas ao crescimento e produtividade das plantas (SADIQ et al., 2017), portanto sua escassez pode promover efeitos deletérios pelo estresse hídrico.

Diante disso, é necessário estratégias para amenizar os efeitos deletérios causados pelo estresse hídrico nas plantas dentre elas o uso de ácido ascórbico aplicado foliar vem se destacando como alternativa promissora. O ácido ascórbico exerce várias funções fisiológicas nas plantas atuando principalmente na eliminação de EROs (Fatah & Sadek, 2020), participa da síntese de pigmentos fotossintéticos e crescimento das plantas e melhora as funções fisiológicas (ALINIAEIFARD et al., 2016), tais características são fundamentais, uma vez que as EROs controlam processos fisiológicos das plantas, como, divisão celular e crescimento radicular (WASZCZAK et al., 2018).

Ante o exposto, objetivou-se com o presente estudo avaliar a eficiência fotoquímica das plantas de goiabeira sob condições de estresse hídrico e aplicação foliar de ácido ascórbico.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido durante o período de Janeiro a Agosto de 2022 sob condições de casa de vegetação, pertencente ao Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, PB, localizado pelas coordenadas locais 07°15'18'' latitude S, 35°52'28'' de longitude O e altitude média de 550 m.

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados, em arranjo fatorial 2 × 4, cujos tratamentos resultaram da combinação de dois fatores: duas lâminas de água de irrigação (50 e 100% da evapotranspiração real - ETr) e quatro concentrações de ácido ascórbico – AA (0; 30; 60 e 90 mM), com três repetições. As concentrações de ácido ascórbico (AA) foram determinadas de acordo com pesquisa desenvolvida por Shafiq et al. (2014).

Foram utilizados recipientes com capacidade de 200 L adaptados como lisímetros de drenagem. O preenchimento dos lisímetros foi realizado colocando-se uma camada de 1 kg de brita tipo zero, seguido de 250 kg de um Neossolo Regolítico (Entisol) de textura franco-arenosa (profundidade 0-20 cm), devidamente destorroado e proveniente da zona rural do município de Lagoa Seca, PB, cujas características químicas e físicas (Tabela 1) foram obtidas conforme Teixeira et al. (2017).

Tabela 1. Características químicas e físicas do solo utilizado no experimento.

Chemical characteristics										
pH H ₂ O	OM	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺ + H ⁺			
1:2.5	g dm ⁻³	mg dm ⁻³cmol _c kg ⁻¹							
6.5	8.1	79	0.24	0.51	14.90	5.40	0.90			
..... Chemical characteristics.....				 Physical characteristics.....					
EC _{se}	CEC	SAR _{se}	ESP	SB	V	Particle-size fraction (g kg ⁻¹)			Moisture content (dag kg ⁻¹)	
dS m ⁻¹	cmol _c kg ⁻¹	(mmol _c L ⁻¹) ^{0.5}	%	cmol _c kg ⁻¹	%	Sand	Silt	Clay	33.42 kPa ¹	1519.5 kPa ²
2.15	21.95	0.16	3.08	21.05	95.89	572.7	100.7	326.6	25.91	12.96

pH – Potencial hidrogeniônico, M.O – 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; CEes - Condutividade elétrica do extrato de saturação; CTC - Capacidade de troca catiônica; RAS - Relação de adsorção de sódio do extrato de saturação.

O consumo de água das plantas foi determinado a partir do tratamento controle (100% da ETr), obtidas pela diferença entre o volume aplicado (Va) e volume drenado na irrigação

anterior (Vd), resultando no volume consumido (Vc), quando multiplicado pelo fator 0,50, determinou-se as lâminas de 50, e 100% da ETr, respectivamente segundo a metodologia recomendada por (BERNADO et al., 2019). A aplicação do ácido se deu através de um pulverizador costal, aplicando-se via foliar a partir das 17 h de modo a se obter o maior aproveitamento na absorção da solução aplicada, isolando as plantas individualmente a fim de evitar a deriva.

As adubações com NPK foram feitas de acordo com Cavalcanti (2008), aplicado com intervalo de 15 DAT. As adubações com micronutrientes foi feita a cada 30 dias com início aos 15 dias após o transplântio (DAT), sendo aplicadas nas faces adaxial e abaxial, com solução na concentração de 1,0 g L⁻¹ de Dripsol Micro® segundo a recomendação do fabricante com composição (1,2% magnésio, 0,85% boro, 3,4% ferro, 4,2% zinco, 3,2% manganês, 0,5% cobre e 0,06% molibdênio). O controle de plantas daninhas, de pragas e doenças foram feitos de acordo com a necessidade da cultura.

A cultivar em estudo foi a Cv. Paluma e aos 240 dias após o transplântio (DAT) foi determinada a fluorescência da clorofila a através da fluorescência inicial (F0), fluorescência máxima (Fm), fluorescência variável (Fv), e eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) em folhas pré-adaptadas ao escuro mediante uso de pinças foliares durante 30 minutos, entre as 7:0 e 10:0 horas da manhã, na folha mediana do ramo produtivo intermediário da planta de modo a garantir que todos os aceptores primeiros estivesse oxidados, ou seja, os centros de reação abertos, utilizando-se fluorômetro de pulso modulado modelo OS5p da Opti Science. Nesse mesmo momento foi determinado o extravasamento de eletrólitos obtido de acordo com Scotti Campos et al. (2013), conforme Eq. 2:

$$\%EE = \frac{C_i}{C_f} \times 100 \quad (2)$$

Em que: % EE - extravasamento de eletrólitos no limbo foliar; Ci - condutividade elétrica inicial (dS m⁻¹); e, Cf - condutividade elétrica final (dS m⁻¹).

O teste de F foi aplicado para lâminas de irrigação ($p \leq 0,05$) e análise de regressão polinomial linear e quadrática para as concentrações de ácido ascórbico ($p \leq 0,05$), utilizando o programa estatístico SISVAR-ESAL (FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

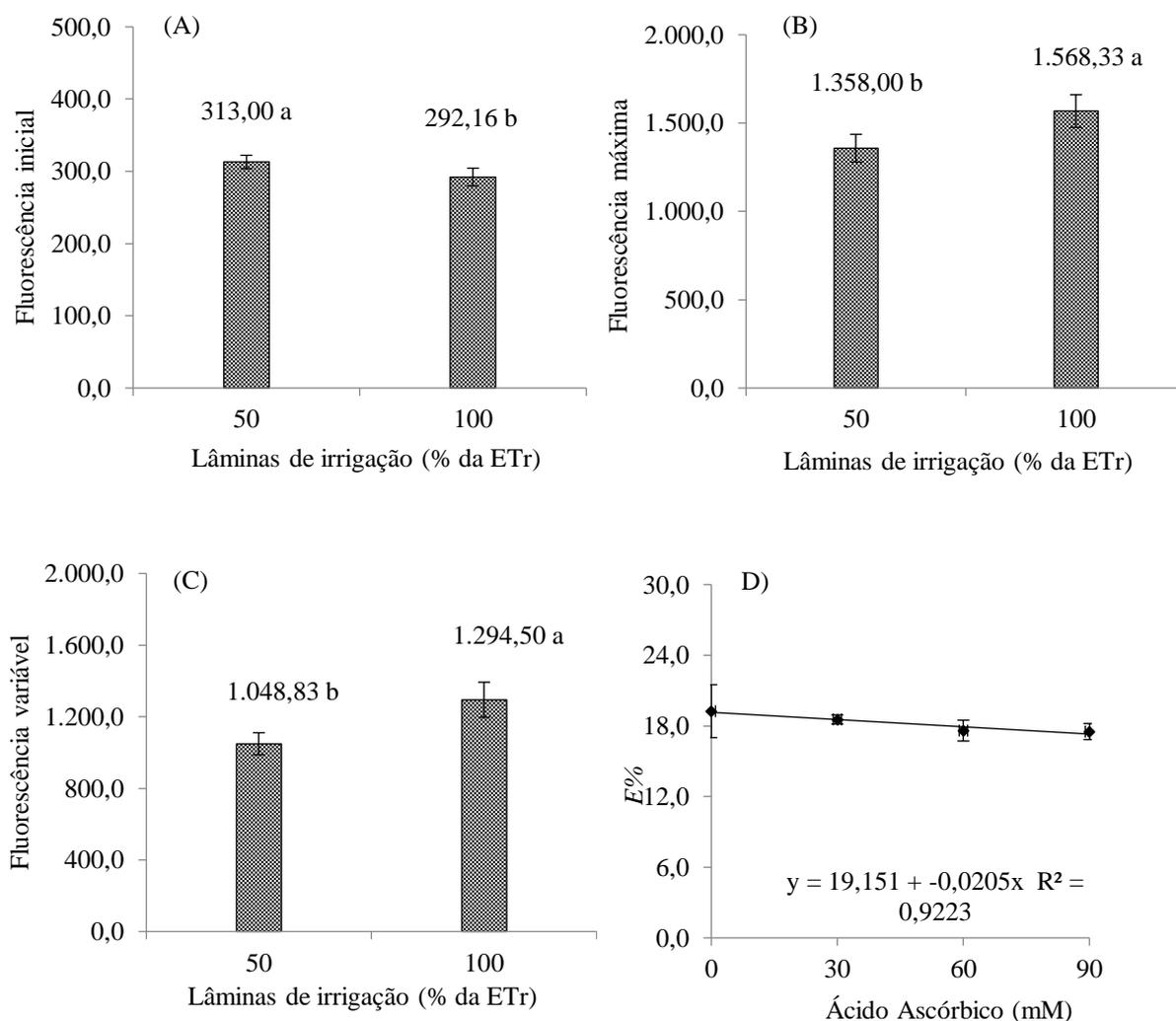
Houve efeito significativo das lâminas de irrigação sobre a fluorescência inicial (F₀) fluorescência máxima (F_m), fluorescência variável (F_v) e eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_m). As concentrações de ácido ascórbico influenciaram de forma significativa o extravasamento de eletrólitos (E%) das plantas de goiabeira cv. Paluma, aos 240 dias após o transplântio (Tabela 2). A interação entre os fatores (LI×AA) não influenciaram de significativa nenhuma das variáveis analisadas aos 240 DAT.

Tabela 2. Resumo da análise de variância pelo teste F, para a fluorescência inicial (F₀) fluorescência máxima (F_m), fluorescência variável (F_v), eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_m) e extravasamento de eletrólitos (E%) das plantas de goiabeira cv. Paluma irrigadas sob lâminas de irrigação e aplicação exógena de ácido ascórbico, aos 240 dias após o transplântio.

Fonte de variação	Teste F				
	F ₀	F _m	F _v	F _v /F _m	E%
Lâminas de irrigação (LI)	**	**	**	ns	ns
Ácido ascórbico (AA)	ns	ns	ns	ns	**
Regressão Linear	ns	ns	ns	ns	ns
Regressão Quadrática	ns	ns	ns	ns	ns
Interação (LI x AA)	ns	ns	ns	ns	ns
Blocos	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	6,68	11,23	14,99	7,74	9,33

**significativo à probabilidade de 0,01 pelo teste F; ns não significativo pelo teste F; CV= coeficiente de variação.

A fluorescência inicial foi reduzida significativamente com o aumento da lâmina de irrigação (Figura 1A). Nota-se maior valor nas plantas receberam lâmina de irrigação de 50% da ETr ao comparar com as irrigadas com 100% da ETr observa-se incremento de 6,65%. As variáveis fluorescência máxima e variável (Figuras 1B e 1C) obtiveram os menores valores nas plantas submetidas a irrigação com 50% da ETr, sendo os maiores valores observados na lâmina de 100% da ETr,. O incremento da fluorescência inicial pode ser explicado como um indicativo de dano ocasionado pelo estresse no centro de reação do PSII (MELO et al., 2017). Esta redução da fluorescência máxima e fluorescência variável pode estar relacionada a deficiência de fotorredução no eletro acceptor quinona (QA), consequência da inativação do FSII o que reduz o fluxo de elétrons entre os fotossistemas e também a atividade fotoquímica nas folhas (LIMA et al., 2019). O extravasamento de eletrólitos reduziu de forma linear com o aumento da concentração de ácido ascórbico (Figura 2B), sendo a diminuição de 1,07% por incremento unitário. A redução no extravasamento de eletrólitos pode ser explicada pelo papel do ácido ascórbico na proteção de proteínas e lipídeos em plantas submetidas ao estresse hídrico atuando também na redução da produção de peróxido de hidrogênio tornando a planta tolerante aos diferentes estresses abióticos (NAZ et al., 2016).



Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre as lâminas de água pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

Figura 1. Fluorescência inicial - F0 (A), fluorescência máxima - Fm (B), fluorescência variável - Fv (C) e extravasamento de eletrólitos - E% (D) das plantas de goiabeira cv. Paluma, em função das lâminas de irrigação e extravasamento de eletrólitos - E% (D) em função das concentrações de ácido ascórbico, aos 240 dias após o transplântio.

CONCLUSÕES

A irrigação com lâmina de 50% da evapotranspiração real aumenta a fluorescência inicial e reduz a fluorescência máxima e variável de goiabeira cv. Paluma aos 240 dias após o transplântio.

A aplicação foliar de concentrações variando 0 a 90 mM de ácido ascórbico reduz o extravasamento de eletrólitos no limbo foliar das plantas de goiabeira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKRAM, N. A.; SHAFIQ, F.; ASHRAF, M. Ascorbic acid-a potential oxidant scavenger and its role in plant development and abiotic stress tolerance. **Frontiers in Plant Science**, v.8, n.1, p.1-17, 2017.
- ALINIAEIFARD, S.; HHAJILOU, J.; TABATABAEI, S. J.; SIFI-KALHOR, M. Effects of ascorbic acid and reduced glutathione on the alleviation of salinity stress in olive plants. **International Journal of Fruit Science**, v.16, n.1, p.395-409, 2016.
- ANJUM, S. A.; TANVEER, M.; ASHRAF, U.; HUSSAIN, S.; SHAHZAD, B.; KHAN, I.; WANG, L. Effect of progressive drought stress on growth, leaf gas exchange, and antioxidant production in two maize cultivars. **Environmental Science and Pollution Research**, v.23, n.17, p.17132-17141, 2016.
- BERNARDO, S.; MANTOVANI, E. C.; SILVA, D. D. DA; SOARES, A. A. **Manual de Irrigação**. 9. ed. Viçosa: UFV, 2019. 48p.
- CAVALCANTI, F. J. A. **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2. aproximação**. 3. ed. Recife: IPA. 2008. 212 p.
- FATAH, E. M. A; SADEK, K. A. Impact of different application methods and concentrations of ascorbic acid on sugar beet under salinity stress conditions. **Alexandria Journal of Agricultural Sciences**, v.65, p.31-44, 2020.
- 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.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <Produção agrícola - lavoura permanente. Recuperado de cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/15/11954, 2019>. Acessado em: 19 jan. 2022.
- LIMA, G. S DE; DIAS, A. S.; SOARES, L. A. DOS A.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SILVA, A. A. R. 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.
- MELO, H. F.; SOUZA, E. R.; CUNHA, J. C. Fluorescence of chlorophyll a and photosynthetic pigments in *Atriplex nummularia* under abiotic stresses. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, n.4, p.232-237, 2017.

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.

OKUNLOLA, G. O.; OLATUNJI, O. A.; AKINWALE, R. O.; TARIQ, A.; ADELUSI, A. A. Physiological response of the three most cultivated pepper species (*Capsicum* spp.) in Africa to drought stress imposed at three stages of growth and development. **Scientia Horticulturae**, v. 224, n. 20, p. 198-205, 2017.

ONIAS, E. E.; TEODOSIO, A. E. M. M.; BOMFIM, M. P.; ROCHA, R. H. C.; LIMA, J. F.; MEDEIROS, M. L. S. Revestimento biodegradável à base de *Spirulina platensis* na conservação pós - 26 colheita de goiaba Paluma mantidas sob diferentes temperaturas de armazenamento. **Revista de Ciências Agrárias**, v.1, n.3, p.849-860, 2018.

SHAFIQ, S.; AKRAM, N. A.; ASHRAF, M.; ARSHAD, A. Synergistic effects of drought and ascorbic acid on growth, mineral nutrients and oxidative defense system in canola (*Brassica napus* L.) plants. **Acta Physiologiae Plantarum**, v.36, n.3, p.1539–1553, 2014.

WASZCZAK, C.; CARMODY, M.; KANGASJÄRVI, J. Reactive oxygen species in plant signaling. **Annual Review of Plant Biology**, v.69, n.1, p.209-236, 2018.