

PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS DE GOIABEIRAS SOB ESTRESSE HÍDRICO E APLICAÇÃO FOLIAR DE ÁCIDO ASCÓRBICO

THIAGO FILIPE DE LIMA ARRUDA¹, CASSIANO NOGUEIRA DE LACERDA², GEOVANI SOARES DE LIMA³, JESSICA DAYANNE CAPITULINO⁴ E VITÓRIA DANTAS DE SOUSA⁵

¹Mestrando em Engenharia Agrícola, PPGEA/UFCG, Campina Grande-PB, thiago.filipe.la@gmail.com;

²Doutorando em Engenharia Agrícola, PPGEA/UFCG, Campina Grande-PB, cassianonogueiraagro@gmail.com;

³Dr. Pesquisador do CNPq, PPGEA/UFCG, Campina Grande-PB, geovani.soares@professor.ufcg.edu.br;

⁴Doutoranda em Engenharia Agrícola, PPGEA/UFCG, Campina Grande-PB, capitulinoj@hotmail.com;

⁵Graduanda em Engenharia Agrícola, UAEA/UFCG, Campina Grande-PB, vitoriaajpa@gmail.com

RESUMO: Objetivou-se com o presente estudo avaliar os pigmentos fotossintéticos de goiabeira cv. Paluma sob estresse hídrico e aplicação foliar de ácido ascórbico. O experimento foi desenvolvido sob condições de casa-de-vegetação, utilizando-se o delineamento experimental de blocos casualizados, em arranjo fatorial 2×4 , cujos tratamentos resultaram da combinação de dois fatores: duas lâminas da água de irrigação - LI (50 e 100% da evapotranspiração real) e quatro concentrações de ácido ascórbico - AA (0; 30; 60 e 90 mM), com três repetições. O déficit hídrico inibiu a síntese de clorofila *a* nas plantas que receberam 0, 60 e 90 mM de ácido ascórbico. Irrigação com 100% da evapotranspiração real aumentou os teores de clorofila *b* sob aplicação de 60 e 90 mM de ácido ascórbico. As concentrações de ácido ascórbico, aumentou a síntese de carotenoides até a concentração estimada de 30 mM e a lâmina de irrigação de 100% da ETr, também elevam os teores de carotenoides.

PALAVRAS-CHAVE: *Psidium guajava* L., escassez hídrica, composto não-enzimático.

PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS OF GUAVA TREES UNDER WATER STRESS AND FOLIAR APPLICATION OF ASCORBIC ACID

ABSTRACT: The objective of the present study was to evaluate the photosynthetic pigments of guava tree cv. Paluma under water stress and foliar application of ascorbic acid. The experiment was carried out under greenhouse conditions, using a randomized block experimental design, in a 2×4 factorial arrangement, whose treatments resulted from the combination of two factors: two irrigation water depths - LI (50 and 100% of real evapotranspiration) and four concentrations of ascorbic acid - AA (0; 30; 60 and 90 mM), with three replications. The water deficit inhibited the synthesis of chlorophyll *a* in plants that received 0, 60 and 90 mM of ascorbic acid. Irrigation with 100% of the real evapotranspiration increased the chlorophyll *b* contents under application of 60 and 90 mM of ascorbic acid. Ascorbic acid concentrations increased carotenoid synthesis up to an estimated concentration of 30 mM and an irrigation depth of 100% ETr also increased carotenoid levels.

KEYWORDS: *Psidium guajava* L., water scarcity, non-enzymatic compound.

INTRODUÇÃO

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) pertence à família das Mirtáceas, sendo originária da América Tropical e Neotropical mais precisamente no sul do México e do Amazonas colombiano. É considerada um arbusto capaz de atingir de 3 a 6 m de altura. Seu fruto possui grande aceitação nos mercados interno e externo devido às diversas possibilidades de uso (Onias et al., 2018).

A goiabeira adapta-se bem a quase todos os tipos de solo, principalmente areno-argilosos profundos, bem drenados, ricos em matéria orgânica e com pH 6,0 (Souza et al., 2010). O fruto da goiaba contém sais minerais como cálcio, fósforo e rico em vitamina A, B₁ (tiamina), B₂ (riboflavina), B₆ (niacina) e vitamina C, além de possuir baixo teor calórico e alto potencial antioxidante (Gomes Filho et al., 2016).

A deficiência hídrica é um dos estresses abióticos mais limitantes ao crescimento, desenvolvimento das culturas agrícolas. As plantas submetidas ao estresse hídrico apresentam alterações fisiológicas, morfológicas e nutricional ocasionando efeitos deletérios nas estruturas das plantas (Batista et al., 2010).

Faz-se necessário a busca por estratégias que atenuem os efeitos deletérios do estresse hídrico sobre as culturas. Algumas substâncias podem ser utilizadas para melhorar a eficiência de processos metabólicos atuando na resposta ao ambiente desfavorável, permitindo adaptações as mudanças ambientais. Uma dessas substâncias é o ácido ascórbico (Santos et al., 2018).

O ácido ascórbico é uma substância que é produzida pela planta que tem a função de desintoxicação de espécies reativas de oxigênio que. Quando pulverizado, o ácido ascórbico, aumenta a resistência da planta a efeitos deletérios oxidativos de estresse impostos a planta (Alves et al., 2021). Ante o exposto, objetivou-se com o presente estudo avaliar os pigmentos fotossintéticos de goiabeira cv. Paluma sob estresse hídrico e aplicação foliar de ácido ascórbico.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido durante o período de janeiro a maio 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.

Utilizou-se 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 lâminas de irrigação foram estabelecidas com base no consumo da cultura por lisimetria de drenagem. Já 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

Características químicas								
pH H ₂ O	M.O.	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺
1:2,5	g dm ⁻³	mg dm ⁻³cmolc kg ⁻¹					
4,93	9,3	10,7	0,2	0,51	1,77	1,60	2,64	0,51
.....Características químicas.....			Características físicas.....				
CE _{es}	CTC	RAS	PST	Fração granulométrica (g kg ⁻¹)			Umidade (dag kg ⁻¹)	
dS m ⁻¹	cmolc kg ⁻¹	(mmol L ⁻¹) ^{0,5}	%	Areia	Silte	Argila	33,42 kPa ¹	1519,5 kPa ²
1,15	7,23	0,38	7,05	7609	1645	746	13,07	5,26

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; CE_{es} - Condutividade elétrica do extrato de saturação; CTC - Capacidade de troca catiônica; RAS - Relação de adsorção de sódio do extrato de saturação; PST - Percentagem de sódio trocável; ^{1,2} referindo a capacidade de campo e ponto de murchamento permanente.

As mudas foram provenientes do viveiro de mudas localizado em Sousa-PB e para o enxerto a cv. Paluma. As mudas foram adquiridas com 70 dias após a enxertia. Antes do transplântio das mudas, elevou-se o teor de umidade do solo até alcançar a capacidade máxima de retenção de água.

O volume de água aplicado em cada tratamento foi mensurado por meio do consumo das plantas sob 100% da ETr, usando-se do método da lisimetria de drenagem (Bernardo et al., 2008). Assim, para irrigação da lâmina de 50% multiplicou-se o valor da ETr obtida pelo percentual de evapotranspiração, diariamente.

A aplicação do ácido ascórbico deu-se através de um pulverizador costal, no período da tarde para obter o maior aproveitamento na absorção da solução aplicada, isolando as plantas individualmente a fim de evitar a deriva.

Realizou-se a adubação com nitrogênio, potássio e fósforo, de acordo com recomendação de Cavalcanti (2018), realizando-se aplicações quinzenais. Os tratos culturais no controle de plantas daninhas, pragas e doenças foram feitos de acordo com a necessidade da cultura.

Os teores de clorofila *a*, *b*, e carotenoides foram determinados, de acordo com Arnon (1949), utilizando-se espectrofotômetro no comprimento de onda de absorbância (A) de 470, 646, e 663 nm, conforme as Equações 2, 3 e 4, a clorofila *total* foi determinada a partir da diferença da clorofila *a* e *b*.

$$Cl\ a = 12,21A663 - 2,81A646 \dots\dots\dots(2)$$

$$Cl\ b = 20,13A646 - 5,03A663 \dots\dots\dots(3)$$

$$Car = (1000A470 - 1,82\ Cl\ a - 85,02\ Cl\ b) / 198 \dots\dots\dots(4)$$

Os valores obtidos para os teores de clorofila *a*, *b*, e carotenoides nas folhas foram expressos em $\mu\text{g ml}^{-1}$.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e quando houve significância, foi realizado o teste de Tukey ($p \leq 0,05$), para as lâminas de irrigação, e, quando significativo, realizou-se a análise de regressão polinomial linear, quadrática para as concentrações de ácido ascórbico ($p \leq 0,05$), usando o programa estatístico SISVAR-ESAL (Ferreira, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo das lâminas de irrigação sobre os teores de clorofila *a*, *b*, e carotenoides das plantas de goiabeira cv. Paluma (Tabela 2). A aplicação de ácido ascórbico influenciou de forma significativa os teores de clorofila *a*, *b* e carotenoides das plantas de goiabeiras cv. Paluma, aos 120 DAT. Já a interação entre as lâminas de irrigação e as concentrações de ácido ascórbico afetou de forma significativa os teores de clorofila *a*, *b*.

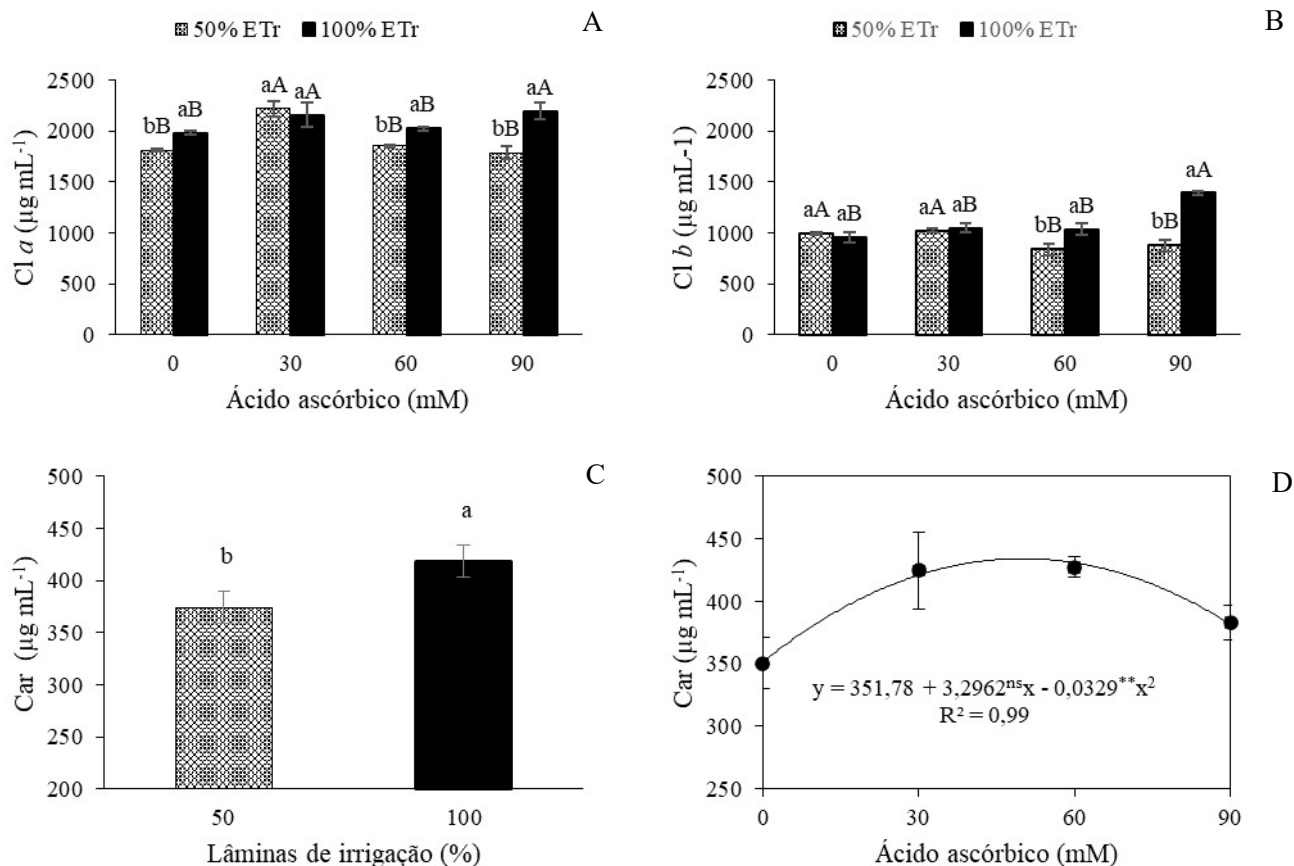
Tabela 2. Teores de clorofila *a* – Cl *a*, clorofila *b* – Cl *b*, e Carotenóides – Car e das plantas de goiabeira cv. Paluma, em função de lâminas de irrigação e aplicação foliar de ácido ascórbico, aos 120 dias após o transplântio (DAT).

Fonte de Variação	Quadrados Médios			
	GL	Cl <i>a</i>	Cl <i>b</i>	Car
Lâminas de irrigação (LI)	1	179660,51**	184359,50**	11896,63*
Ácido ascórbico (AA)	3	100608,38**	43513,37**	8084,37*
Regressão linear	1	187,35 ^{ns}	41413,33**	2989,60 ^{ns}
Regressão quadrática	1	86577,69*	27970,21*	21075,22**
Interação (LI × AA)	3	56396,01*	91538,34**	2753,67 ^{ns}
Bloco	2	8161,11 ^{ns}	11690,94 ^{ns}	1244,57 ^{ns}
Resíduo	14	12338,60	4445,75	1919,07
CV (%)		5,55	6,53	11,05

GL= graus de liberdade; ns, **, * respectivamente não significativo, significativo a $p \leq 0,01$ e a $p \leq 0,05$.

Para os teores de clorofila *a* (Figura 1A) verifica-se que as plantas sob irrigação com lâmina 100% diferiram de forma significativa das que receberam 50% da ETr quando foram submetidas a aplicação foliar de 0, 60 e 90 mM. Os teores de clorofila *b* (Figura 1B) também foram influenciados pela interação entre os fatores (LI × AA), onde as plantas cultivadas sob lâminas de 100% apresentaram valores estatisticamente superiores ao das submetidas a 50% da ETr quando receberam as concentrações de 60 e 90 mM de AA. Este fenômeno pode estar relacionado degradação dos pigmentos fotossintéticos com o estresse hídrico, pelo o acúmulo de ERO's que são responsáveis pela degradação das membranas do tilacóides (NXELE; KLEIN; NDIMBA, 2017).

Figura 1. Teores de clorofila *a* (A), *b* (B) e carotenóides (C e D), das plantas de goiabeira cv. Paluma, em função da interação entre as lâminas de irrigação e as concentrações de ácido ascórbico, aos 120 dias após o transplântio.



Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

Com relação aos teores de carotenóides (Figura 1C e 1D), observa-se que a lâmina de 100% proporcionou valores de Car estatisticamente superior ao das plantas submetidas a 50% da ETr. Isto pode ser explicado pelo fato de que a maior quantidade de água na irrigação inibiu as ERO's favorecendo o aumento de carotenóides considerando o efeito protetor dos carotenóides na regulação do estresse térmico da planta (Zielewicz et al., 2020). A aplicação foliar de ácido ascórbico na concentração estimada de 30 mM proporcionou o valor máximo estimado de 424,79 µg mL⁻¹. Já o valor mínimo estimado de 350,53 µg mL⁻¹ foi alcançado no tratamento controle (0 mM). Estes resultados corroboram com o fato do AA participar das reações de oxido-redução e dismutação de ERO's aumentando os valores de carotenóides SHAFIQ et al. (2014).

CONCLUSÃO

O déficit hídrico inibe a síntese de clorofila *a* nas plantas que receberam 0, 60 e 90 mM de ácido ascórbico. Irrigação com 100% da evapotranspiração real aumenta a síntese de clorofila *b* sob aplicação de 60 e 90 mM de ácido ascórbico. As concentrações de ácido ascórbico, aumenta a síntese de carotenóides até a concentração estimada de 30 mM e a lâmina de irrigação de 100% da ETr, também elevam os teores de carotenóides.

REFERÊNCIAS

- Arnon, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts: polyphenoloxidases in *Beta vulgaris*. Plant Physiology, v.24, n.1, p.1-15, 1949.
- Batista, L. A.; Guimarães, R. J.; Pereira, F. J.; Carvalho, G. R.; Castro, E. M. Leaf anatomy and water potential in the coffee cultivars tolerance to water stress. Revista Ciência Agronômica, v.41, n.3, p.475-481, 2010.
- Cavalcanti, F. J. A. Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2. Aproximação. 3. ed. Recife: IPA. 2018. 212 p.
- Ferreira, D. F. Sisvar: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. Revista Brasileira de Biometria, v.37, n.1, p.529-535, 2019.
- Gomes Filho, A. G.; Oliveira, T. F.; Oliveira, S. L.; Silva, G. G.; Chaga, L. M. Qualidade pós-colheita de goiabas 'Pedro Sato' tratadas com diferentes concentrações de fécula de mandioca associadas a substâncias antifúngicas. Revista Agri-Environmental Sciences, v.2, n.1, p. 37-51, 2016.
- Khazaei, Z. and Estaji, A., 2020. Effect of foliar application of ascorbic acid on sweet pepper (*Capsicum annuum*) plants under drought stress. Acta Physiologiae Plantarum, vol. 42, no. 7, p. 118.
- NXELE, X.; KLEIN, A.; NDIMBA, B. K. Drought and salinity stress alters ROS accumulation, water retention, and osmolyte content in sorghum plants. South African Journal of Botany, v. 108, p. 261–266, 2017.
- Onias, E. E.; Teodosio, A. E. M. M.; Bomfim, M. P.; Rocha, R. H. C.; Lima, J. F. de; Medeiros, M. L. S. de. Revestimento biodegradável à base de *Spirulina platensis* na conservação pós-colheita de goiaba Paluma mantidas sob diferentes temperaturas de armazenamento. Revista de Ciências Agrárias, v.1, p.849-860, 2018.
- Santos, E. S.; Silva, Ê. F. F.; Montenegro, A. A.; Souza, E. S.; Souza, R. M. S.; Silva, J. R. I. Produtividade do pimentão sob diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio em região semiárida. Irriga, v.23, n.3, p.518-534, 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.
- Teixeira, P. C.; Donagemma, G. K.; Fontana, A.; Teixeira, W. G. (org.) Manual de métodos de análise de solo. 3.ed. Brasília: Embrapa, 2017. 573p.
- Weatherley, P. E. Studies in the water relations of the cotton plant. I- The field measurements of water deficits in leaves. New Phytologist, v.49, n.1, p.81-97, 1950.
- Zielewicz, W.; Wróbel, B.; Niedbała, G. Quantification of Chlorophyll and Carotene Pigments content in mountain melick (*Melica nutans* L.) in relation to edaphic variables. Forests, v.11, p.1-16, 2020.