

FLUORESCÊNCIA DA CLOROFILA *a* E CRESCIMENTO DE PORTA-ENXERTOS DE GOIABEIRA SOB FREQUÊNCIAS DE IRRIGAÇÃO E PROLINA

Iara Almeida Roque¹, Lauriane Almeida dos Anjos Soares², Vera Lucia Antunes de Lima³, Geovani Soares de Lima⁴, Maíla Vieira Dantas⁵, Francisco Alves da Silva⁶

RESUMO: A goiabeira apresenta grande relevância para o mercado frutícola, porém a sua expansão em regiões semiáridas, é limitada pela baixa disponibilidade hídrica. Contudo, a aplicação foliar de prolina pode mitigar os efeitos do déficit hídrico em plantas, podendo tornar viável a produção agrícola nessas regiões. Com isto, objetivou-se com este trabalho avaliar a fluorescência da clorofila *a* e o crescimento da goiabeira ‘Crioula’ sob frequências de irrigação e aplicação foliar de prolina. O experimento foi desenvolvido na Fazenda Experimental ‘Rolando Enrique Rivas Castellón’ da Universidade Federal de Campina Grande, *Campus Pombal* – PB, utilizando-se o delineamento em blocos ao acaso e esquema fatorial 5 × 2, constituído de cinco frequências de irrigação - FR (1; 3; 5; 7 e 9 dias após cada evento de irrigação) e duas concentrações de prolina (0 e 8 mM) com três repetições e duas plantas por parcela. O manejo da irrigação com intervalo de quatro dias aumentou a fluorescência máxima e variável de goiabeira ‘Crioula’, porém esse comportamento não se repetiu no crescimento de plantas. A prolina não mitigou os efeitos deletérios do déficit hídrico em goiabeira ‘Crioula’, aos 188 dias após semeadura.

PALAVRAS-CHAVE: *Psidium guajava* L., déficit hídrico, osmorreguladores

CHLOROPHYLL *a* FLUORESCENCE AND GROWTH OF GUAVA ROOTSTOCKS UNDER IRRIGATION FREQUENCY AND PROLINE

ABSTRACT: Guava is highly relevant to the fruit market, but its expansion in semiarid regions is limited by low water availability. However, foliar application of proline can mitigate the

¹ Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB. Telefone (83) 996515807, e-mail: yara.roque.sb@gmail.com

² Profa. Doutora, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, UFCG, Pombal, PB.

³ Profa. Doutora, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, UFCG, Campina Grande, PB.

⁴ Prof. Doutor, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, UFCG, Pombal, PB.

⁵ Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB.

⁶ Doutor, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, UFCG, Pombal, PB.

effects of water deficit on plants, potentially making agricultural production viable in these regions. Therefore, the objective of this study was to evaluate the chlorophyll a fluorescence and growth of 'Crioula' guava under varying irrigation frequencies and foliar application of proline. The experiment was developed at the 'Rolando Enrique Rivas Castellón' Experimental Farm of the Federal University of Campina Grande, Pombal *Campus* – PB, using a randomized complete block design and a 5×2 factorial scheme, consisting of five irrigation frequencies - FR (1; 3; 5; 7 and 9 days after each irrigation event) and two proline concentrations (0 and 8 mM) with three replicates and two plants per plot. Irrigation management with a four-day interval increased maximum and variable fluorescence in 'Crioula' guava, but this behavior was not repeated in plant growth. Proline did not mitigate the deleterious effects of water deficit in 'Crioula' guava 188 days after sowing.

KEYWORDS: *Psidium guajava* L., water deficit, osmoregulators

INTRODUÇÃO

A região semiárida do Brasil é caracterizada pela escassez hídrica, devido às chuvas irregulares ao longo do ano, associadas a elevadas taxas de evapotranspiração, ocasionando um déficit hídrico, sendo um dos fatores limitantes para a produção agrícola de fruteiras de grande importância socioeconômica (USMAN et al., 2022; ROQUE et al., 2025), destacando-se a goiabeira.

Está frutícola tem aceitação comercial em virtude das suas qualidades nutricionais e organolépticas, podendo ser consumida tanto *in natura* quanto destinada para fins industriais para produção de diversos produtos; sendo responsável pela geração de emprego e renda (LACERDA et al., 2022).

Com isto, torna-se necessária a adoção de estratégias de manejo da irrigação que proporcione maior economia de água na agricultura, como irrigações com intervalos maiores, que geram maior economia de água (TORRES et al., 2022) associada ao uso de substâncias que mitiguem os efeitos do déficit hídrico em plantas, como a aplicação de prolina, um aminoácido que pode atuar como sinalizador de estresses abióticos e no ajustamento osmótico, aumentando a atividade de enzimas antioxidativas, no conteúdo de compostos fenólicos e na remoção de radicais livres, ocasionando aclimatação em plantas cultivadas sob estresse hídrico (ZULFIQAR et al., 2023).

Com isto, objetivou-se com este trabalho avaliar a fluorescência da clorofila a e o crescimento da goiabeira ‘Crioula’ sob frequências de irrigação e aplicação foliar de prolina.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida sob condições de casa de vegetação, na Fazenda Experimental ‘Rolando Enrique Rivas Castellón’ pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA - UFCG, no município de São Domingos, Paraíba. Utilizou-se de delineamento em blocos ao acaso e esquema fatorial 5×2 , correspondendo a cinco frequências de irrigação - FR (1; 3; 5; 7 e 9 dias após cada evento de irrigação) e duas concentrações de prolina PRO - (0 e 8 mM), com três repetições e duas plantas por parcela.

A semeadura foi realizada com 2 sementes de goiabeira da variedade ‘Crioula’ em sacolas plásticas com capacidade de $1,4 \text{ dm}^3$, contendo a mistura de solo, areia e esterco na proporção em volume de 2:2:1 e após a emergência, foi realizado o desbaste de plantas, permitindo o crescimento de 1 planta por sacola.

A solução de prolina foi preparada a partir da dissolução em água destilada e a aplicação iniciou-se as 72 horas antes do início da diferenciação das frequências de irrigação e, posteriormente, quinzenalmente até o término do experimento, as 17 horas.

O manejo da adubação seguiu recomendação de Novais et al. (1991) aplicando-se em cobertura 100 mg N; 300 mg P_2O_5 e 150 mg K_2O kg^{-1} de solo, através das respectivas fontes ureia, fosfato monoamônico e cloreto de potássio, divididas em 13 parcelas, com intervalos de 15 dias entre as aplicações, iniciadas aos 60 dias após a semeadura (NOVAIS et al., 1991) e para o fornecimento de micronutrientes foram aplicados via foliar, o produto comercial Micro Rexene® contendo: Mg - 1,2%; B - 0,85%; Zn - 4,2%; Fe - 3,4%; Mn - 3,2%; Cu - 0,5% e Mo - 0,06%, com início aos 60 dias após a semeadura, e posteriormente, a cada 15 dias. Os atributos físicos e químicos do solo classificado como Franco Arenoso utilizado no experimento (Tabela 1), foram determinados conforme metodologia de Teixeira et al. (2017).

A diferenciação das frequências de irrigação foi iniciada aos 96 dias após semeadura (DAS) e a lâmina de irrigação referente a evapotranspiração real (ETr) para as frequências adotadas, foi mensurada por lisimetria de pesagem (SILVA et al., 2023).

Tabela 1. Atributos químicos e físicos do solo utilizado no experimento.

Atributo químico (Fertilidade)	Valor	Atributo físico	Valor
pH em água (1:2,5)	7,19	Areia (%)	Valor
CEes (mmhos/cm)	0,58	Silte (%)	73,51
P (mg/100g)	5,95	Argila (%)	20,14
K ⁺ (meq/100g de solo)	0,49	ds (g cm ⁻³)	6,35
Na ⁺ (meq/100g de solo)	0,07	dp (g cm ⁻³)	1,20
Al ³⁺ (meq/100g de solo)	0,00	Umidade % (0,33 atm) ¹	2,67
H ⁺ +Al ³⁺ (meq/100g de solo)	0,00	Umidade % (0,15 atm) ²	15,78
Ca ²⁺ (meq/100g de solo)	4,70		
Mg ²⁺ (meq/100g de solo)	3,63		
CTC (meq/100g de solo)	8,89		
MO (%)	1,40		
RAS _{es}	1,40		
PST (%)	0,79		

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; CEes - Condutividade elétrica do extrato de saturação; CTC - Capacidade de troca catiônica; RAS_{es} - Relação de adsorção de sódio do extrato de saturação; PST - Percentagem de sódio trocável.

Aos 188 dias após a semeadura (DAS), foram determinadas a fluorescência máxima (F_m) e variável (F_v), que foram medidas utilizando um fluorômetro modulado (modelo OS-30p, OptiSciences Inc., Hudson, USA.). Neste mesmo período (188 DAS) foram quantificados a altura de plantas – AP (cm) utilizando régua graduada; o diâmetro de caule – DC (mm): com o auxílio de um paquímetro digital, mensurado a 2 cm do nível do solo, número de folhas (NF) e a área foliar – AF (cm²) que foi obtida medindo-se o comprimento da nervura principal de cada folha seguindo metodologia de Lima et al. (2012).

Os dados obtidos das variáveis analisadas foram submetidos a análise de variância pelo teste ‘F’ e, nos casos de significância, foi realizado teste de Tukey ($p \leq 0,05$) para os dados referentes à aplicação de prolina e análise de regressão polinomial linear e quadrática para as frequências de irrigação (FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Observa-se efeito das frequências de irrigação (FR) para as variáveis estudadas fluorescência máxima (F_m), fluorescência variável (F_v), altura de plantas (AP), número de folhas (NF), diâmetro de caule (DC) e área foliar (AF) da goiabeira ‘Crioula’, aos 188 dias após semeadura (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para fluorescência máxima (F_m), fluorescência variável (F_v), altura de plantas (AP), número de folhas (NF), diâmetro de caule (DC) e área foliar (AF) da goiabeira ‘Crioula’ cultivada sob frequências de irrigação e aplicação foliar de prolina, aos 188 dias após semeadura.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios					
		F_m	F_v	AP	NF	DC	AF
Frequências de irrigação (FR)	4	10880,4*	10602,8**	378,27*	103,44**	4,21**	130970,7**
Regressão Linear	1	19440,0*	15515,2*	1020,93**	377,50**	12,10**	497182,3**
Regressão Quadrática	1	20119,0*	20057,1*	248,57 ^{ns}	15,00 ^{ns}	2,18 ^{ns}	15119,6 ^{ns}
Prolina (PRO)	1	5481,0 ^{ns}	6765,0 ^{ns}	5,20 ^{ns}	1,63 ^{ns}	0,86 ^{ns}	1063,0 ^{ns}
Interação (FR × PRO)	4	2617,7 ^{ns}	2499,7 ^{ns}	188,85 ^{ns}	12,65 ^{ns}	0,82 ^{ns}	21301,4 ^{ns}
Blocos	2	10060,8 ^{ns}	12227,7 ^{ns}	184,55 ^{ns}	2,27 ^{ns}	2,59 ^{ns}	25308,7 ^{ns}
CV (%)		12,71	16,32	15,31	11,17	13,46	17,25
Média		395,21	314,85	64,68	20,90	6,97	536,80

ns, *, **, respectivamente não significativos e significativo a $p < 0,05$ e $< 0,01$; CV= coeficiente de variação; GL = grau de liberdade.

A frequência de irrigação com intervalo de quatro dias resultou em maior fluorescência máxima e variável com 431,29 e 350,67, respectivamente (Figuras 1A e B), onde observa-se um declínio de 23,88 e 29,04% em relação as plantas irrigadas nos intervalos maiores (9 dias). Períodos prolongados sem o fornecimento de água no solo podem gerar um déficit hídrico em plantas, resultando em ativação de mecanismos de sinalização, como a produção excessiva de espécies reativas de oxigênio, que causam peroxidação lipídica e degradação de pigmentos, ao passo que a transferência de elétrons nos fotossistemas é comprometida (MITTLER et al., 2022; ZULFIQAR; ASHRAF, 2023). Corroborando com o presente trabalho, Roque et al. (2025) observaram reduções em parâmetros de fluorescência da clorofila a em mudas de goiabeira ‘Crioula’ sob déficit hídrico no solo.

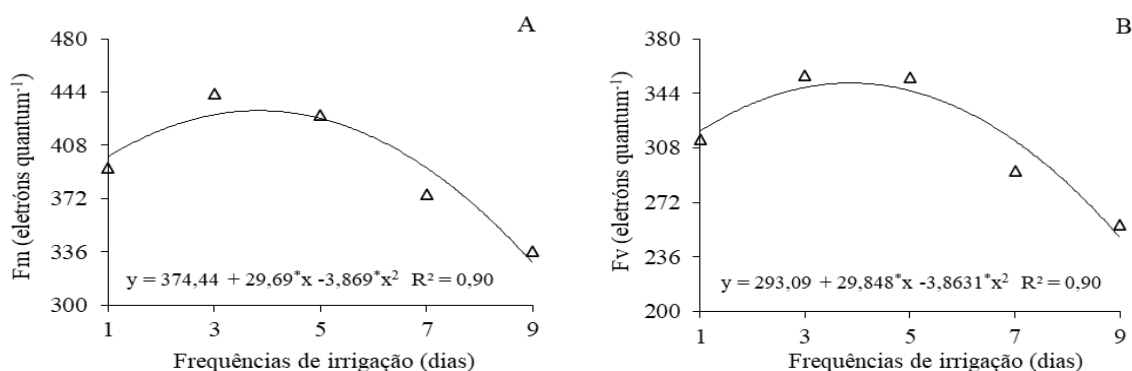


Figura 1. Fluorescência máxima - F_m (A) e variável - F_v (B) de goiabeira ‘Crioula’ sob frequências de irrigação, aos 188 dias após a semeadura.

O crescimento de porta-enxertos de goiabeira ‘Crioula’ foi drasticamente reduzido pelo déficit hídrico no solo, com reduções de 2,75; 4,61; 2,77 e 5,95%, respectivamente, para altura de plantas, número de folhas, diâmetro de caule e área foliar com o aumento de 1 dia no intervalo da frequência de irrigação, respectivamente (Figura 2). Provavelmente esta redução no crescimento da goiabeira estar associado à redução da abertura estomática que prejudica a transpiração e a captação de carbono intracelular e, conseqüentemente, a fotossíntese e crescimento das plantas cultivadas sob restrição de água (USMAN et al., 2022).

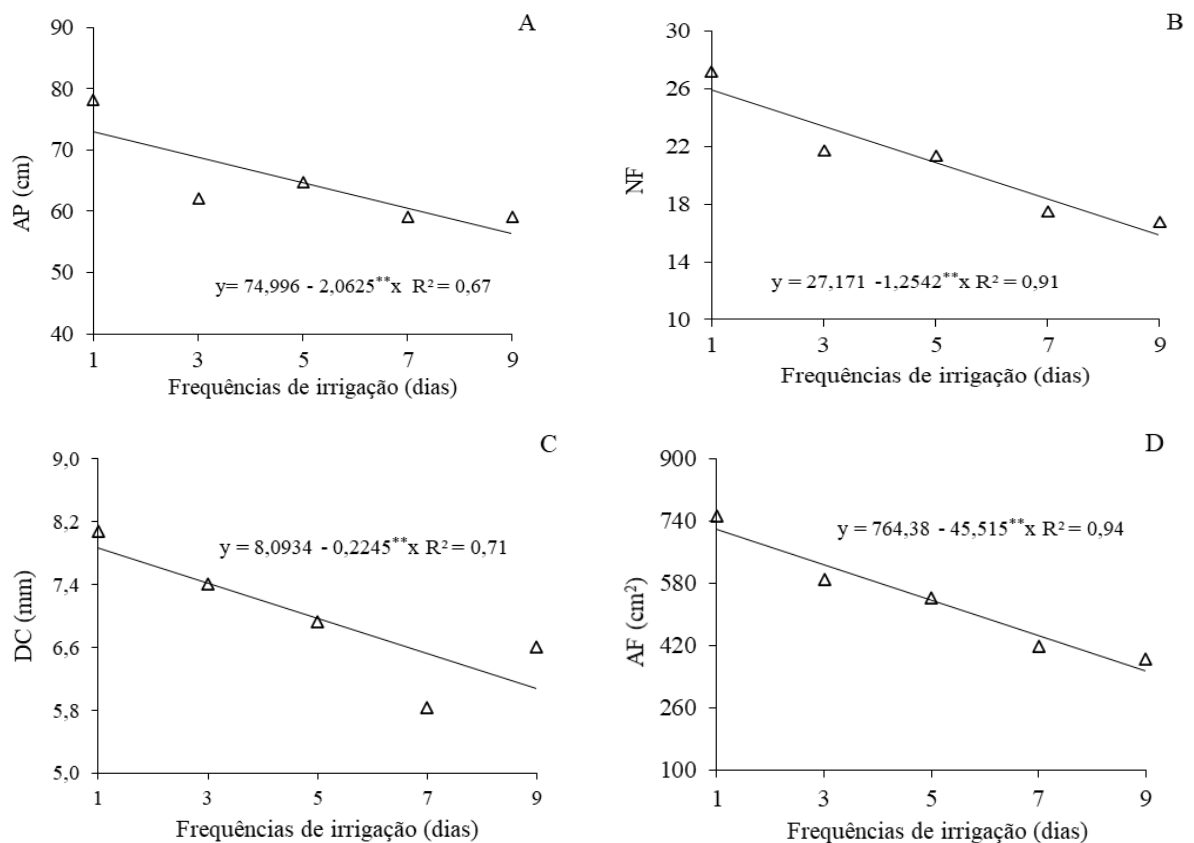


Figura 2. Altura de plantas - AP (A), número de folhas - NF (B), diâmetro de caule - DC (C) e área foliar - AF (D) de goiabeira ‘Crioula’ sob frequências de irrigação, aos 188 dias após a semeadura.

CONCLUSÕES

O manejo da irrigação com intervalo de quatro dias aumentou a fluorescência máxima e variável de goiabeira ‘Crioula’, porém esse comportamento não se repetiu no crescimento de plantas. A prolina não mitigou os efeitos deletérios do déficit hídrico em goiabeira ‘Crioula’, aos 188 dias após semeadura.

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).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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. <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>

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. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v26n6p451-458>

LIMA, L. G. S.; ANDRADE, A. C.; SILVA, R. T. L.; FRONZA, D.; NISHIJIMA, T. **Modelos matemáticos para estimativa de área foliar de goiabeira** (*Psidium guajava* L.). In: Reunião Anual da SBPC, 64, São Luiz: UFMA, 2012.

MITTLER, R.; ZANDALINAS, S. I.; FICHMAN, Y.; VAN BREUSEGEM, F. Reactive oxygen species signalling in plant stress responses. **Nature reviews Molecular cell biology**, v.23, n.10, p.663-679, 2022. <https://doi.org/10.1038/s41580-022-00499-2>

NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. **Ensaio em ambiente controlado**. In: Oliveira, A. J. (ed). Métodos de pesquisa em fertilidade do solo. Brasília: Embrapa SEA. p. 189-253. 1991.

ROQUE, I. A.; SOARES, L. A. dos A.; LIMA, V. L. de; SOUSA, V. F. de O.; LIMA, G. S. de; GHEYI, H. R., DANTAS, M. V.; FERREIRA, J. T. A.; TORRES, R. A. F.; 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.1, p.1-10, 2025. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v29n1e288437>

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. <https://doi.org/10.1590/1983-21252023v36n414rc>

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, Embrapa. 2017. 573p.

TORRES, R. A. F.; LIMA, G. S. de; PAIVA, F. J. S.; SOARES, L. A. dos A.; SILVA, F. A.; SILVA, L. A.; OLIVEIRA; V. K. N.; MENDONÇA, A. J. T.; ROQUE, I. A.; SILVA, S. T. A. Physiology and production of sugar-apple under water stress and application of proline. **Brazilian Journal of Biology**, v.83, n.1, p.1-11, 2023. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.273404>

USMAN, M.; BOKHARI, S. A. M.; FATIMA, B.; RASHID, B.; NADEEM, F.; SARWAR, M. B.; NAWAZ-UL-REHMAN, M. S.; SHAHID, M.; AYUB, C. M. Drought stress mitigating morphological, physiological, biochemical, and molecular responses of guava (*Psidium guajava* L.) cultivars. **Frontiers in Plant Science**, v.13, e878616, 2022. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.878616>

ZULFIQAR, F.; ASHRAF, M. Proline alleviates abiotic stress induced oxidative stress in plants. **Journal of Plant Growth Regulation**, v.42, n.8, p.4629 – 4651, 2023. <https://doi.org/10.1007/s00344-022-10839-3>