

FLUORESCÊNCIA DA CLOROFILA a DE MINI MELANCIEIRA SOB ESTRESSE SALINO E APLICAÇÃO FOLIAR DE QUITOSANA

Denis Soares Costa¹, Vera Lucia Antunes de Lima², Geovani Soares de Lima³, Kheila Gomes Nunes⁴, Alleson Ramos de Souza⁵, Francisco de Assis da Silva⁶

RESUMO: A qualidade de água de irrigação no semiárido brasileiro é afetada pelas características edafoclimáticas da região, fato que contribui no acúmulo de sais nos recursos hídricos. O excesso de sais na água e/ou no solo se destaca como um estresse que afeta negativamente a produção agrícola, sendo necessário a busca por estratégias que mitiguem os efeitos na produção agrícola. Diante disto, objetivou-se avaliar os efeitos da aplicação foliar de quitosana na fluorescência da clorofila a de mini melancia irrigada com solução nutritiva salobra. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande em Campina Grande-PB. Adotou-se o delineamento em blocos casualizados, com arranjo fatorial de 2×5 , sendo dois níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva ($2,1$ e $4,9$ dS m^{-1}) e cinco concentrações de quitosana ($0,0$; $0,5$; $1,0$; $1,5$ e $2,0$ g L^{-1}), com quatro repetições. A aplicação de quitosana na concentração de até $2,0$ g L^{-1} aumentou a eficiência quântica do fotossistema II e reduziu a fluorescência inicial das plantas de mini melancia. O cultivo de mini melancia sob CEsn de $4,9$ dS m^{-1} diminuiu a fluorescência variável e a eficiência quântica do fotossistema II.

PALAVRAS-CHAVE: *Citrullus lanatus*, estresse salino, hidroponia.

¹ Doutorando, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola – PPGEA, UFCG, Campina Grande, PB. Fone (83) 998801181. E-mail: deniscosta1313@gmail.com

² Profa. Doutora, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola - UAEEA, UFCG, Pombal, PB.

³ Prof. Doutor, Unidade Acadêmica de Agronomia - UAGRA, UFCG, Pombal, PB.

⁴ Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola – PPGEA, UFCG, Campina Grande, PB.

⁵ Doutorando, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola – PPGEA, UFCG, Campina Grande, PB.

⁶ Prof. Doutor, Universidade Federal do Oeste do Pará, UFOPA, Monte Alegre, PA.

CHLOROPHYLL a FLUORESCENCE OF MINI WATERMELON UNDER SALT STRESS AND FOLIAR APPLICATION OF CHITOSAN

ABSTRACT: The quality of irrigation water in the Brazilian semi-arid region is affected by the edaphoclimatic characteristics of the area, which contribute to the accumulation of salts in water resources. The excess of salts in water and/or soil stands out as a stress factor that negatively affects agricultural production, making it necessary to seek strategies to mitigate these effects. Therefore, this study aimed to evaluate the effects of foliar application of chitosan on chlorophyll a fluorescence in mini watermelon plants irrigated with saline nutrient solution. The experiment was carried out in a greenhouse at the Academic Unit of Agricultural Engineering of the Federal University of Campina Grande, in Campina Grande, Paraíba, Brazil. A randomized block design was adopted in a 2×5 factorial arrangement, consisting of two electrical conductivity levels of the nutrient solution (2.1 and 4.9 dS m⁻¹) and five concentrations of chitosan (0.0, 0.5, 1.0, 1.5, and 2.0 g L⁻¹), with four replications. Foliar application of chitosan at concentrations up to 2.0 g L⁻¹ increased the quantum efficiency of photosystem II and reduced the initial fluorescence in mini watermelon plants. Cultivation under an EC of 4.9 dS m⁻¹ decreased variable fluorescence and the quantum efficiency of photosystem II.

KEYWORDS: *Citrullus lanatus*, salt stress, hydroponics.

INTRODUÇÃO

Em regiões semiáridas e áridas, as altas temperaturas e a distribuição irregular das chuvas elevam as taxas de evapotranspiração além da fração de lixiviação, promovendo o acúmulo de sais no solo (Sohaib et al., 2020). O excesso de sais no solo promove o estresse salino que constitui um fator abiótico adverso e compromete as atividades fisiológicas, o crescimento e a produção das plantas (Zaman et al., 2018).

Desta forma, é essencial a identificação de estratégias para amenizar os efeitos deletérios do estresse salino nas plantas, destacando-se a aplicação foliar de quitosana como forma de aumentar a tolerância das culturas ao estresse salino (Borborema et al., 2025). Por outro lado, a utilização de recursos hídricos não convencionais para suprir a demanda da produção agrícola é fundamental, neste contexto a hidroponia é uma alternativa promissora e contribui para maior tolerância das culturas aos elevados níveis de salinidade na irrigação, pois há ausência do

potencial matricial, existindo apenas o efeito do estresse osmótico (Silva et al., 2020). Diante disto, objetivou-se avaliar os efeitos da aplicação foliar de quitosana na fluorescência da clorofila a de mini melancia irrigada com soluções nutritivas salobras em sistema hidropônico fechado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em ambiente protegido (casa de vegetação) pertencente a Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEA) da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, localizado na cidade de Campina Grande, PB, nas coordenadas 07°15'18'' Sul, 35°52'28'' Oeste e altitude média de 550 m. Foi adotado o delineamento em blocos casualizados, com arranjo fatorial de 2×5 , sendo dois níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (S1 e S2, respectivamente, 2,1 e 4,9 dS m⁻¹) e cinco concentrações de quitosana (0,0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 g L⁻¹), com quatro repetições. Utilizou-se a mini melancia cultivar ‘Sugar Baby’ em vasos com capacidade de 10 L, a base foi perfurada e mangueiras com 15 cm de comprimento foram acopladas como drenos para coleta da solução nutritiva, que permitiu aferição do volume drenado e consumo pela cultura.

Os vasos foram preenchidos com 13 kg de areia como substrato e, posteriormente, foi realizada a semeadura ao colocar 4 sementes por vaso. A solução nutritiva foi preparada de acordo com a recomendação de Hoagland; Arnon (1950) e os distintos níveis de CEs_n foram alcançados com adição de cloreto de sódio, cloreto de cálcio e magnésio, respectivamente, na proporção 7:2:1 (Medeiros, 1992). Foi utilizada a solução (20 g L⁻¹) em ácido acético 0,1 M com agitação magnética com quitosana, que foi aplicada via foliar com auxílio de pulverizador manual.

Aos 65 dias após a semeadura (DAS) foram avaliados a Fluorescência inicial (F₀), máxima (F_m) e variável (F_v), além da eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_m). Os dados coletados foram submetidos ao teste de normalidade da distribuição (Shapiro-Wilk). Posteriormente, realizou-se análise de variância (ANOVA) ao nível de de 0,05 de probabilidade e, quando houve diferença significativa, procedeu-se à análise de regressão polinomial para as concentrações de quitosana e teste F para os níveis de condutividades elétricas da solução nutritiva salobra, utilizando o software estatístico SISVAR versão 5.7 (Ferreira, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os níveis salinos da solução nutritiva influenciaram de forma significativa apenas a fluorescência inicial (F₀) da mini melancia. Já as concentrações de quitosana (Q) influenciaram de forma significativa a fluorescência inicial (F₀) e a eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_m).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para fluorescência inicial (F₀), máxima (F_m), variável (F_v) e eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_m) de minimelancia cv. Sugar Baby cultivadas com soluções nutritivas salobras e aplicação foliar de quitosana, aos 65 dias após a semeadura.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		F ₀	F _m	F _v	F _v /F _m
Concentrações de quitosana (Q)	4	717,40*	21986,04 ^{ns}	24480,96 ^{ns}	2,19x10 ^{-3*}
Regressão linear	1	2622,05**	11882,81 ^{ns}	25668,61 ^{ns}	4,96x10 ^{-3*}
Regressão quadrática	1	78,89 ^{ns}	8592,81 ^{ns}	10318,08 ^{ns}	1,09x10 ^{-3*}
CEsn	1	18,23 ^{ns}	243828,23**	239630,40**	9,61x10 ^{-3**}
Interação (CEsn × Q)	4	316,60 ^{ns}	22375,41 ^{ns}	20672,96 ^{ns}	9,73x10 ^{-4ns}
Blocos	3	208,76 ^{ns}	19003,89 ^{ns}	16902,87 ^{ns}	4,20x10 ^{-4ns}
Resíduo	27	249,83	13191,72	11861,86	6,68x10 ⁻⁴
CV (%)	-	5,57	10,02	12,63	3,45

ns, **, * respectivamente, não significativo, significativo a $p \leq 0,01$ e $p \leq 0,05$; CEsn – Condutividade elétrica da solução nutritiva; GL – Grau de liberdade; CV – Coeficiente de variação; S1 e S2: 2,1 e 4,9 dS m⁻¹, respectivamente.

A fluorescência inicial das plantas de mini melancia reduziu linearmente com o incremento nas concentrações de quitosana (Figura 1A), sendo o decréscimo de 3,88% por aumento unitário na concentração de quitosana. Em termos relativos, verifica-se que as plantas que receberam a maior concentração de quitosana (2,0 g L⁻¹) reduziram em 7,39% a F₀ em relação as cultivadas sob 0 g L⁻¹. Para fluorescência máxima (Figura 1B), nota-se que as plantas cultivadas sob CEsn de 2,1 dS m⁻¹ não diferiram estatisticamente das submetidas ao maior nível salino da solução nutritiva (4,9 dS m⁻¹). Contudo, numericamente percebe-se que as plantas cultivadas sob CEsn de 2,1 dS m⁻¹ obtiveram o maior valor de F_m.

Ao estudarem berinjela sob estresse salino, analogamente, Silva et al. (2025) observaram que a aplicação foliar de quitosana na concentração 0,5 g L⁻¹ obtiveram média estatisticamente inferior de F₀ em comparação as plantas com tratamento testemunha. A provável explicação para o resultado obtido (Figura 1A) está relacionada à capacidade da quitosana de reduzir a translocação de Na⁺ das raízes para as folhas, diminuindo os efeitos tóxicos do íon no sistema fotossintético e, conseqüentemente, preservando a integridade do aparato fotossintético, o que se reflete em menores valores de F₀ sob condições de salinidade (Gohari et al., 2023).

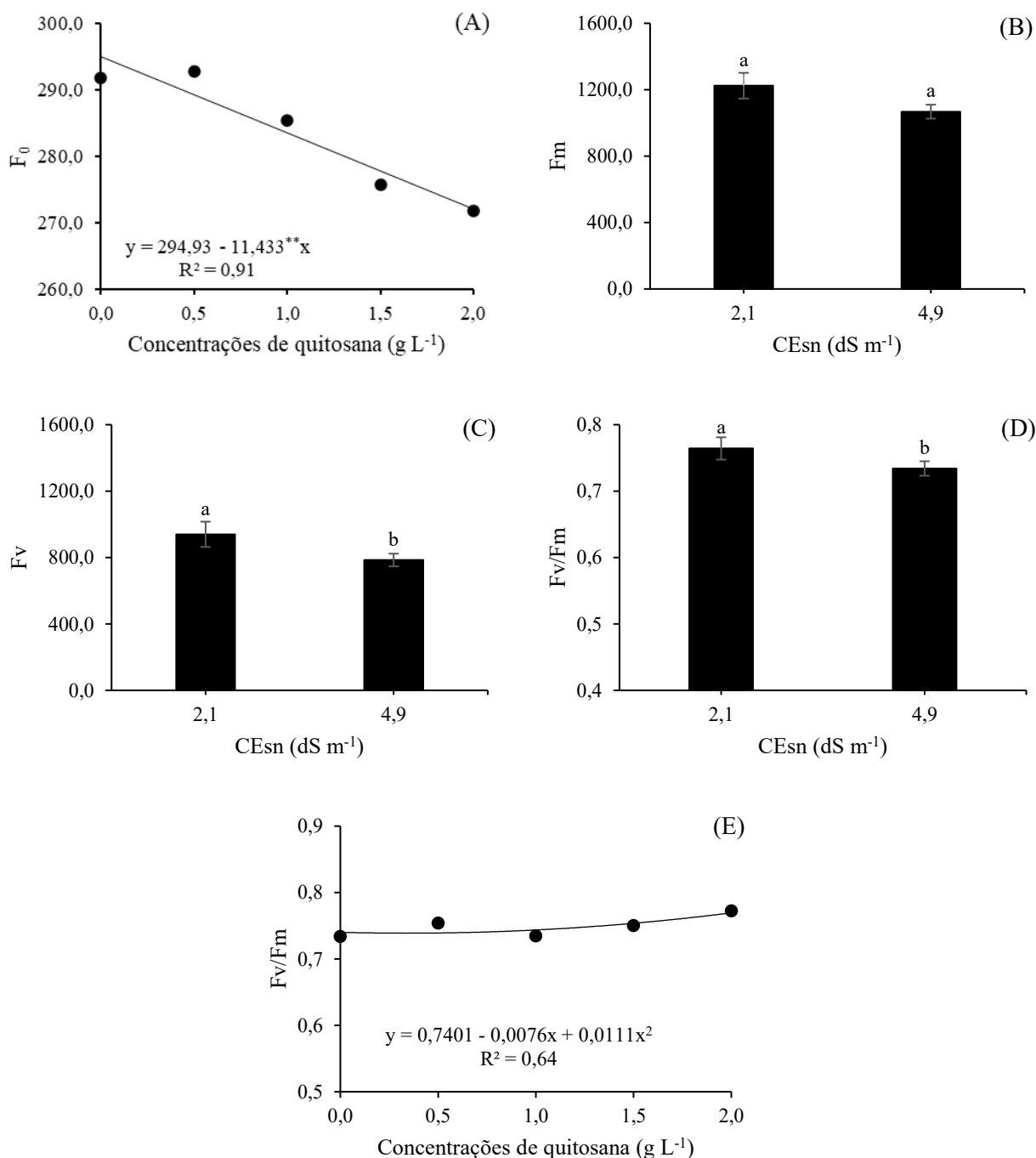


Figura 1. Fluorescência inicial (F_0 , A), máxima (F_m , B), variável (F_v , C) e eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_m , D) de mini melancieira irrigada com soluções nutritivas salobras e aplicação foliar de quitosana, aos 65 dias após a semeadura (DAS).

Para a fluorescência variável (Figura 1C), verifica-se que houve diferenças significativas entre as plantas cultivadas sob CEsn de 2,1 e 4,9 dS m^{-1} . Comparando-se a F_v das plantas submetidas a CEsn de 4,9 dS m^{-1} em relação ao menor nível salino da solução nutritiva (2,1 dS m^{-1}), observa-se diminuição de 16,48%. Ainda em relação a fluorescência variável e máxima,

ao avaliarem mini melancia irrigado com águas salina, Lima et al. (2023) observaram que o incremento no nível salino de 0,3 a 4,3 dS m⁻¹ reduziu linearmente em 18,39 e 18,42% as variáveis Fm e Fv, respectivamente. Esta redução sugere uma possível desaceleração da atividade fotossintética como estratégia para atenuar os efeitos tóxicos provocados pela salinidade (Oliveira et al., 2018).

A eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) (Figura 1E) foi afetada de forma quadrática, sendo o valor máximo estimado (0,77), obtido nas plantas cultivadas sob aplicação foliar de 2,0 g L⁻¹ de quitosana. Porém, segundo segundo Larbi et al. (2020) o intervalo entre 0,75 e 0,85 para esta variável indica que não houve danos ao aparato fotossintético das plantas. Porém, as concentrações de quitosana acima de 1,0 g L⁻¹ alcançaram valor estimado superior a 0,75.

CONCLUSÕES

A concentração de quitosana até 2,0 g L⁻¹ aumenta a eficiência quântica do fotossistema II e reduz a fluorescência inicial das plantas de mini melancia. A condutividade elétrica da solução nutritiva salobra de 4,9 dS m⁻¹ diminui a fluorescência variável e eficiência quântica do fotossistema II, aos 65 dias após a semeadura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORBOREMA, L. D. A.; SILVA, A. A. R DA.; LIMA, G. S DE.; GHEYI, H. R., ARRUDA, T. F DE. L.; NUNES, K. G.; COSTA, D. S.; SOUZA, A. R DE.; CAETANO, E. J. M.; SOUSA, V. D DE. Physiology and production components of cowpea under salt stress and chitosan application. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 29, e287913, 2025.

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.

GOHARI, G.; FARHADI, H.; PANAHIRAD, S.; ZAREEI, E.; LABIB, P.; JAFARI, H.; MAHDAVINIA, G.; HASSANPOURAGHDAM, M. B.; IOANNOU, A.; KULAK, M.; FOTOPOULOS, V. Mitigation of salinity impact in spearmint plants through the application of

engineered chitosan-melatonin nanoparticles. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 224, p. 893-907, 2023.

LARBI, A.; BACCAR, R.; BOULAL, H. Response of olive tree to ammonium nitrate fertilization under saline conditions. *Journal of Plant Nutrition*, v. 44, p. 1432-1445, 2020.

OLIVEIRA, W. J DE; SOUZA, E. R DE.; SANTOS, H. R. B.; SILVA, Ê. F DE. F E.; DUARTE, H. H. F.; MELO, D. V. M DE. Fluorescência da clorofila como indicador de estresse salino em feijão caupi. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, p. 2592, 2018.

SILVA, M. G.; ALVES, L. S.; SOARES, T. M.; GHEYI, H. R.; BIONE, M. A. A. Growth, production and water use efficiency of chicory (*Cichorium endivia* L.) in hydroponic systems using brackish waters. **Advances in Horticultural Science**, v. 34, p. 243-253, 2020.

SOHAIB, M.; ZAHIR, Z. A.; KHAN, M. Y.; ANS, M.; ASGHAR, H. N.; YASIN, S. AL-BARAKAH, F. N. I. Comparative evaluation of different carrier-based multi-strain bacterial formulations to mitigate the salt stress in wheat. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 27, p. 777-787, 2020.

ZAMAN, M.; SHAHID, S. A.; HENG, L. Introduction to soil salinity, sodicity and diagnostics techniques. **Guideline for salinity assessment, mitigation and adaptation using nuclear and related techniques**, v.1, p. 1-42, 2018.