

EFICIÊNCIA FOTOQUÍMICA DE MUDAS DE PINHEIRA SOB SALINIDADE DA ÁGUA E DOSES DE NITROGÊNIO

Eliene Araújo Fernandes¹, Francisco Wesley Alves Pinheiro², Iara Almeida Roque¹, Geovani Soares de Lima³, Lauriane Almeida dos Anjos Soares³, Odair Honorato de Oliveira¹.

RESUMO: Devido à limitação de água de boa qualidade para irrigação na região do Semiárido nordestino, torna-se necessário a busca por alternativas para minimizar os efeitos deletérios das altas concentrações de sais sobre a fisiologia das plantas. Dentre estas técnicas, destaca-se a adubação com nitrogênio. Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar a eficiência fotoquímica em mudas de pinheira em função da irrigação com águas de diferentes níveis de salinidades e adubação nitrogenada. O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal da Campina Grande, *Campus Pombal-PB*. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com esquema fatorial 5 x 4, sendo constituídos de cinco níveis de condutividade elétrica da água - CEa (0,3; 1,3; 2,3; 3,3 e 4,3 dS m⁻¹) e quatro doses de nitrogênio (40,70,100,130% da dose recomendada para ensaios em vasos), com três repetições. Os parâmetros de fluorescência da clorofila *a*, com exceção para a eficiência quântica potencial (Fv/Fm), foram afetados negativamente pela irrigação com água de CEa a partir de 1 dS m⁻¹. As doses de nitrogênio não alterou significativamente nenhuma das variáveis estudadas em plantas de pinheira, aos 45 dias após o semeio. .

PALAVRAS-CHAVE: *Annona squamosa* L., estresse salino, adubação.

PHOTOCHEMICAL EFFICIENCY OF PINE SEEDLINGS UNDER SALINITY OF WATER AND NITROGEN DOSES

¹Mestranda em Horticultura Tropical; Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Pombal, Paraíba; CEP 58840-000, Fone (83) 9 9928-1333. E-mail: elienearaujo83@gmail.com.

¹Mestrando(a) em Horticultura Tropical; Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Pombal, Paraíba.

² Doutorando em engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Campina Grande, PB.

³ Prof. Doutor (a), Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Pombal, PB.

ABSTRACT: Due to the limitation of good quality water for irrigation in the Northeastern Semiarid region, it is necessary to search for alternatives to minimize the deleterious effects of high salt concentrations on plant physiology. In this context, the objective of this work was to evaluate the photochemical efficiency in pine seedlings as a function of irrigation with water of different salinity levels and nitrogen fertilization. The experiment was conducted in a greenhouse at the Center for Agro-Food Science and Technology of the Federal University of Campina Grande, *Campus Pombal-PB*. The experimental design was in randomized blocks, with a 5 x 4 factorial scheme, consisting of five levels of electrical conductivity of water - ECa (0.3, 1.3, 2.3, 3.3 and 4.3 dS m⁻¹) and four nitrogen doses (40,70,100,130% of the recommended dose for vessel trials), with three repetitions. The fluorescence parameters of chlorophyll *a*, except for the potential quantum efficiency (Fv / Fm), were negatively affected by irrigation with ECa water from 1 dS m⁻¹. Nitrogen rates did not significantly change any of the variables studied in pine plants at 45 days after sowing.

KEYWORDS: *Annona squamosa* L., saline stress, fertilization.

INTRODUÇÃO

A pinheira (*Annona squamosa* L.) é uma fruteira pertencente à família *Anonáceae*. Encontra-se distribuída em várias regiões do mundo, contudo o Brasil e a Índia se destacam como as regiões com maior área plantada (COELHO et al., 2012; SÁ et al., 2015). Apesar da adaptação as condições edafoclimáticas do semiárido do nordeste brasileiro, nesta região há limitação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos, principalmente no que diz respeito à presença de elevadas concentrações de sais (MEDEIROS et al., 2003).

De maneira geral, o estresse salino inibe o crescimento das plantas, por reduzir o potencial osmótico da solução do solo, ocasionando a redução da disponibilidade de água para as plantas, podendo também ocasionar toxicidade iônica, desequilíbrios nutricionais ou ambos, em virtude da acumulação excessiva de íons de Na⁺ e Cl⁻, nos tecidos vegetais (MUNNS, 2002; FLOWERS & FLOWERS, 2005).

A utilização do nitrogênio por meio da adubação nitrogenada, além de promover o crescimento e o bom desenvolvimento das culturas, pode também reduzir os efeitos da salinidade nas espécies vegetais. Esse processo ocorre porque nessas condições devido maior acúmulo dos compostos orgânicos contendo N como a prolina, aminoácidos livres e glicinabetaína (MUNNS & TESTER, 2008), nos quais associados ao nitrato em excesso no

vacúolo reduzem o potencial osmótico da planta, auxilia diretamente para o ajustamento osmótico (DING et al., 2010). Esses compostos também auxiliam na homeostase iônica celular, contribuindo como fonte de carbono e nitrogênio em condições em que a fotossíntese e crescimento são limitados, estabilizam as proteínas, membranas removendo os radicais livres (AZEVEDO NETO et al., 2009; FEIJÃO et al., 2013).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência quântica de mudas de pinheiras submetidas a irrigação com águas de diferentes salinidades e adubação nitrogenada.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido (casa de vegetação) do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, em Pombal, PB, (6°48'16'' S, 37°49'15'' W e altitude média de 174 m.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com esquema fatorial 5 x 4, sendo constituídos de cinco níveis de condutividade elétrica da água - CEa (0,3; 1,3; 2,3; 3,3 e 4,3 dS m⁻¹) e quatro concentrações de adubação nitrogenada (40, 70, 100, 130% da dose recomendada para ensaios em vasos), com três repetições, sendo a dose de 100% correspondente a 100 mg N kg⁻¹ de solo conforme Novais et al. (1991), totalizando sessenta unidades experimentais.

As mudas foram cultivadas em sacos de polietileno com dimensões de 10 x 25 cm, preenchidos com substrato constituído por solo (85%) + areia (15%) o material de solo foi classificado como Neossolo Fluvico (tabela 1), devidamente destorroado cujas características físico-químicas foram determinadas conforme a metodologia da Embrapa (1997). Os sacos foram dispostos em bancadas de madeira, a uma altura de 0,8 m do solo. A semeadura ocorreu após elevar a umidade do solo ao nível de retenção máxima, em todas as unidades experimentais com seus respectivos níveis salinos, utilizado duas sementes de pinha (*Annona aquamosa* L.), a uma profundidade de 0,5 cm.

Tabela 1. Resultado da análise química e física do solo em amostras coletadas antes da implantação do experimento. Pombal- PB, 2019.

CEes	pH	M.O	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺	Mg ⁺	H+ Al
	CaCl ₂	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	-----cmol _c dm ³ -----				
1,21	6,0	12,07	0,00	0,43	0,04	2,9	2,2	0,0

P, K, Na: Extrator Mehlich1; Al, Ca, Mg: Extrator KCL 1M; SB=Ca⁺²+Mg⁺²+K⁺+Na⁺; H + Al: Extrator Acetato de Cálcio 0,5 M, pH 6,0; CTC = SB+H⁺+Al⁺³; M.O.: Digestão Úmida Walkley-Black; PST= Percentagem de Sódio Trocável. Composição granulométrica média: 640 g kg⁻¹ de areia, 249g kg⁻¹ de silte e 111 g kg⁻¹ de argila.

Para atender a recomendação de N foram aplicadas em cada sacola e considerando os respectivos tratamentos as quantidades de 0,27; 0,47; 0,67 e 0,87 g planta⁻¹, na formade ureia, via fertirrigação, aos 30 dias após a semeadura (DAS). As irrigações foram realizadas, diariamente, ao final da tarde, onde o volume aplicado em cada evento de irrigação foi estimado por meio de balanço hídrico, tomando-se como base os termos da equação: CH = (Va - Vd)/(1 - FL), em que: CH é o consumo hídrico, considerando o volume de água aplicado às plantas (Va) no dia anterior; Vd é o volume drenado, quantificado na manhã do dia seguinte e FL é a fração de lixiviação, estimada em 20% a cada 15 dias.

Aos 45 DAS foram avaliados: a fluorescência inicial (F₀), fluorescência máxima (F_m), fluorescência variável (F_v) e a eficiência quântica potencial (F_v/F_m) em folhas pré-adaptadas ao escuro mediante uso de pinças foliares durante 30 minutos, entre as 7:00 e 8:00 horas da manhã utilizando-se fluorômetro modulado Plant Efficiency Analyser – PEA II®.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e quando significativo foram realizados teste de análise de regressão para ambos os fatores níveis de salinidade e doses de nitrogênio, utilizando-se do software estatístico SISVAR-ESAL (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a tabela da análise de variância (Tabela 2), a utilização de águas salinas afetou significativamente (p <0,01) a fluorescência inicial (F₀), fluorescência máxima (F_m) e fluorescência variável (F_v) da pinheira, aos 45 dias após a semeadura. As doses de nitrogênio não proporcionaram diferença significativa para as variáveis analisadas. A interação entre os níveis salinos e as doses de nitrogênio não influenciaram de forma significativa em nenhuma das variáveis avaliadas.

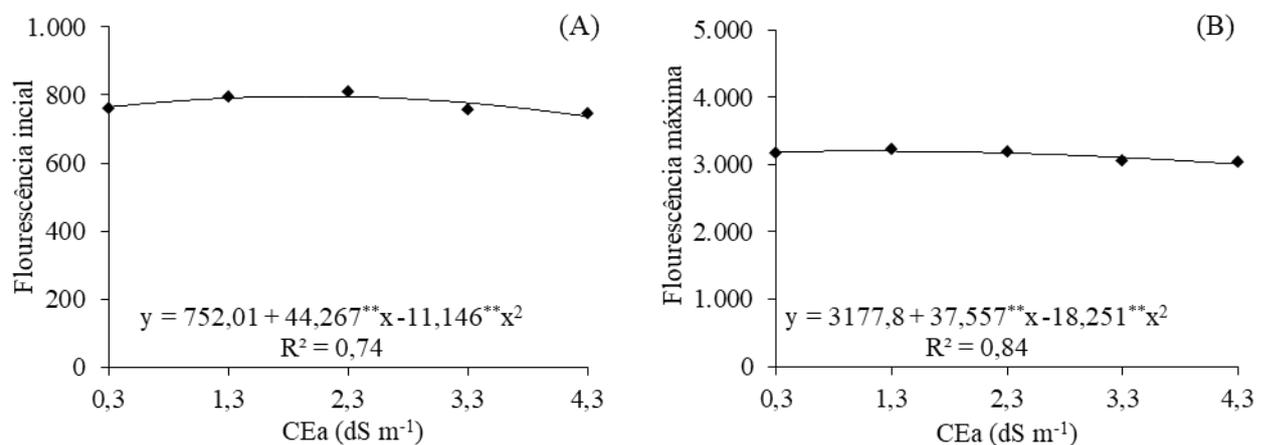
Tabela 1. Resumo da análise de variância para fluorescência inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm), fluorescência variável (Fv), eficiência quântica potencial (Fv/Fm) das plantas de pinheira cultivadas com água salinas e doses de nitrogênio, aos 45 dias após a semeadura.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio			
		FO	FM	FV	FV/M
Níveis salinos (S)	4	7629,74**	92794,95**	66042,52**	0,00051 ^{ns}
Regressão linear	1	2223,10	258355,20**	214418,80**	0,000590 ^{ns}
Regressão quadrática	1	3406,50	55954,50**	31174,00 ^{ns}	0,000001 ^{ns}
Doses de N (DN)	3	1091,41 ^{ns}	23732,49 ^{ns}	16347,67 ^{ns}	0,00002 ^{ns}
Interação (S x DN)	12	3455,97 ^{ns}	13084,53 ^{ns}	10144,32 ^{ns}	0,00029 ^{ns}
Blocos	2	3974,86 ^{ns}	26094,02 ^{ns}	18747,62 ^{ns}	0,0002 ^{ns}
Resíduo	38	1361,63	14563,00	13335,87	0,0001
CV (%)		4,74	3,85	4,91	3,82

^{ns}, **, * respectivamente não significativo, significativo a $p \leq 0,01$ e $p \leq 0,05$.

O incremento dos níveis de CEa afetou a fluorescência inicial e de acordo com a equação de regressão vê-se efeito quadrático (Figura 1A), sendo o valor máximo estimado Fo de 795,96 obtida quando as mudas de pinha foram irrigadas com água de CEa de $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ e o mínimo de 736,26 encontrado nas que estavam sob salinidade da água de $4,3 \text{ dS m}^{-1}$. A F_0 é emitida quando todos os centros de reação, adaptados ao escuro, estão abertos (GORBE & CALATAYUD, 2012) ocorrendo dentro do estágio rápido da fluorescência e representa a energia liberada pelas moléculas de clorofila a da antena do fotossistema II, antes dos elétrons migrarem para o centro de reação P_{680} (PSII) (VIEIRA et al., 2010). Baker e Rosenqvist (2004) afirmam que alterações da Fo podem ocorrer, quando há dano no centro de reação do fotossistema II.

A fluorescência máxima da pinheira também decresceu de forma quadrática, sendo constatado o valor máximo estimado de 3197,10 obtido nas plantas irrigadas com sob água de CEa de $1,10 \text{ dS m}^{-1}$, a partir desta nível foi observado redução na fluorescência máxima das mudas de pinha, alcançando-se o valor mínimo de 3001,83 nas que estavam sob CEa de $4,3 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 1B).



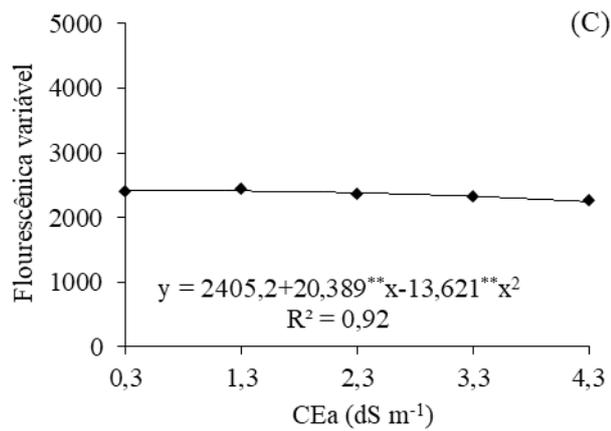


Figura 1. Fluorescência inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm) e fluorescência variável (Fv), das plantas de pinheira em função da salinidade da água de irrigação – CEa, aos 45 dias após o semeio.

A CEa da água de irrigação também promoveu efeito quadrático sobre a fluorescência variável das mudas de pinha e de acordo com a equação de regressão (Figuras 1C), o valor máximo estimado de 2412,79, obtido quando as plantas foram irrigadas com água de 0,7 dS m⁻¹. Para Baker (2008) a fluorescência variável reflete a capacidade da planta em transferir a energia dos elétrons das moléculas dos pigmentos para a formação do redutor NADPH, ATP e ferredoxina reduzida (Fdr) e, conseqüentemente, maior a capacidade de assimilação do CO₂ na fase bioquímica da fotossíntese. Freire et al. (2014) relatam que a redução na Fv evidencia que as condições as quais as plantas foram submetidas promoveram danos no aparelho fotossintético, comprometendo conseqüentemente o PSII.

CONCLUSÕES

A fluorescência da clorofila *a* das mudas de pinheira é afetada negativamente pela irrigação com águas de condutividade elétrica maior que 1,0 dS m⁻¹. As doses de nitrogênio não altera de forma significativa nenhuma das variáveis de pinheira estudadas, aos 45 dias após o semeio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO NETO, A.D.; PRISCO, J.T.; GOMES-FILHO, E. Changes in soluble amino-N, soluble proteins and free amino acids in leaves and roots of salt-stressed maize genotypes. *Journal of Plant Interactions*, v.4, p.137-144, 2009.

BAKER, N. R. Chlorophyll fluorescence: a probe of photosynthesis in vivo. *Annual Reviews of Plant Biology*, v. 59, s.n., p. 89-113, 2008.

BAKER, N. R.; ROSENQVIST, E. Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. *Journal Experimental Botany*, v.55, p.1607-1621, 2004.

COELHO, I. R.; CAVALCANTE, U. M. T.; CAMPOS, M. A. S.; SILVA, F. S. B. Uso de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) na promoção do crescimento de mudas de pinheira (*Annona squamosa* L., Annonaceae). *Acta Botanica Brasilica*, v. 26, n. 4, p. 933-937, 2012.

DING, X.; TIAN, C.; ZHANG, S.; SONG, J.; ZHANG, F.; MI, G.; FENG, G. Effects of NO₃-N on the growth and.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA (EMBRAPA). Manual e métodos De análise de solo. 2. Ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 212 p.,1997.

FEIJÃO, A. R.; MARQUES, E. C.; SILVA, J. C. B.; LACERDA, C. F.; PRISCO, J. T.; GOMES FILHO, E. Nitrato modula os teores de cloreto e compostos nitrogenados em plantas de milho submetidas à salinidade. *Bragantia*, v. 72, n. 1, p.10-19, 2013 .

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FLOWERS, T. J.; FLOWERS, S. A. Why does salinity pose such a difficult problem for plant breeders? *Agricultural Water Management*, v. 78, n. 1, p. 15-24, 2005.

FREIRE, J. L. O.; DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F. C.; FERNANDES, P. D.; NETO, A. J de L. Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob salinidade hídrica, biofertilização e cobertura morta. *Revista Ciência Agronômica*, v. 45, n. 1, 9. 82-91, 2014.

GORBE, E.; CALATAYUD, A. Applications of chlorophyll fluorescence imaging technique in horticultural research: A review. *Scientia Horticulturae*, v. 138, [s.n]

p. 24-35, 2012.

MEDEIROS, J. F. DE; LISBOA, R. A.; OLIVEIRA, M.; SILVA JÚNIOR, M.J.; ALVES, L. P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 7, n.3, p. 469-472, 2003.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, and Cell Environment*, v.25, n.2, p.239-50, 2002.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, v.59, [s.n], p.651-681, 2008.

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. 189-293.1991.

SÁ, V. S. da.; BRITO, M. E. B.; FERREIRA, I. B.; ANTONIO NETO, P.; SILVA, L. A. de.; COSTA, F. B. da. Balanço de sais e crescimento inicial de mudas de pinheira (*Annona squamosa* L.) sob substratos irrigados com água salina. *Irriga*, v. 20, n. 3, p. 544-556, Biotucatu,2015.

VIEIRA, D. A. P.; PORTES, T. A.; STACCIARINI-SERAPHIN, E.; TEIXEIRA, J. B. Fluorescência e teores de clorofilas em abacaxizeiro cv. Pérola submetido a diferentes concentrações de sulfato de amônio. *Revista Brasileira de Fruticultura*. v. 32, n. 2, p. 360-368, 2010.