

TROCAS GASOSAS EM MUDAS DE PINHEIRA SUBMETIDAS À SALINIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO E DOSES DE NITROGÊNIO

Eliene Araújo Fernandes¹, Francisco Wesley Alves Pinheiro², Alzira Maria de Sousa Silva Neta¹, Geovani Soares de Lima³, Lauriane Almeida dos Anjos Soares³, Jonathan Bernardo Barboza⁴.

RESUMO: A adubação nitrogenada vem sendo usada como pratica de manejo para viabilizar o uso de águas de qualidade inferior nas regiões áridas e semiáridas garantindo o aumento da produtividade agrícola. Desta forma objetivou-se avaliar mudas de pinha irrigada com águas de distintos níveis salinos e doses de nitrogênio. O experimento foi desenvolvido em ambiente protegido (casa de vegetação) do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal da Campina Grande, Campus Pombal-PB. Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados, 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 recomendação para a cultura), com três repetições. Sendo avaliado as trocas gasosas através da condutância estomática (*g_s*), transpiração (*E*), taxa de assimilação de CO₂ (*A*), concentração interna de CO₂ (*C_i*), eficiência instantânea da carboxilação (*E_iC_i*) eficiência instantânea no uso da água (*E_iUA*) aos 45 dias após a semeadura. As trocas gasosas em mudas de pinha foram afetados negativamente pela irrigação com água com condutividade elétrica de estimado entre 1,8 e 2,1 dS m⁻¹. As doses de nitrogênio não promoveu efeito significativo para as variáveis analisadas em mudas de pinha.

PALAVRAS-CHAVE: Semiárido, estresse salino, tolerância.

GAS EXCHANGES IN PINE SEEDLINGS SUBMITTED TO SALINITY OF IRRIGATION WATER AND NITROGEN DOSES

¹ Mestranda 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.

¹ Mestranda em Horticultura Tropical; Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Pombal, Paraíba.

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

⁴ Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Pombal, PB.

ABSTRACT: Nitrogen fertilization has been used as a management practice to enable the use of lower quality waters in arid and semi-arid regions ensuring increased agricultural productivity. Thus, the objective was to evaluate seedlings of irrigated pine cone with waters of different saline levels and nitrogen doses. The experiment was carried out in a protected environment (greenhouse) of the Center for Agrifood Science and Technology of the Federal University of Campina Grande, Campus Pombal-PB. The treatments were distributed in randomized blocks, 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 culture), with three repetitions. Being evaluated gas exchange through stomatal conductance (gs), transpiration (*E*), CO₂ assimilation rate (*A*), internal CO₂ concentration (*C*_i), instantaneous carboxylation efficiency (EiCi) instantaneous water use efficiency (EiUA) at 45 days after sowing. Gas exchange in pine seedlings were negatively affected by irrigation with water with estimated electrical conductivity between 1.8 and 2.1 dS m⁻¹. Nitrogen doses did not have significant effect for the analyzed variables in pine seedlings.

KEYWORDS: Semiarid, salt stress, tolerance.

INTRODUÇÃO

A pinheira (*Annona squamosa* L.) é cultivada em diversas regiões do mundo, destacando-se o Brasil e a Índia como as regiões com maior área plantada, sendo a região Nordeste responsável por 93,23% desse total, tendo os estados da Bahia e Alagoas como os maiores produtores (BRAGA SOBRINHO, 2014), devido a sua fácil adaptação as condições climáticas da região. Consistindo em crescente interesse pela produção da pinha como frutíferas comerciais, levando em consideração vários aspectos fitécnicos e um dos primeiro e fundamental é a aquisição ou produção de mudas, pois seu vigor pode afetar o rendimento da cultura (SANTOS et al., 2017).

Por outro lado, a região semiárida é caracterizada pelos baixos índices pluviométricos, irregularidade das chuvas e alto índice de evaporação, reduzindo a disponibilidade de águas superficiais de qualidade para a agricultura, tornando-se necessário o uso de água com altas concentrações de sais (SILVA et al., 2014; LIMA et al., 2018), ocasionando efeitos negativos a produtividade agrícola, com alterações de natureza iônica, osmótica e nutricional, em algumas culturas podendo ocorrer perda total na produção (TAIZ & ZEIGER, 2013). Nos

últimos anos a adubação nitrogenada vem sendo utilizada como suprimento nutricional para mitigar os efeitos dos sais sobre as plantas.

O nitrogênio (N) está entre os nutrientes essenciais mais exigidos pelas culturas, possui função estrutural e participa de vários compostos orgânicos vitais para a planta, como aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos, pigmentos de clorofila e prolina, entre outros assimilados orgânicos (CHAVES et al., 2011; LIMA et al., 2018). O acúmulo de solutos orgânicos eleva a capacidade de ajustamento osmótico das plantas à salinidade, aumentando a resistência das culturas ao estresse hídrico e salino (SILVA et al., 2008; SILVA, 2017).

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as trocas gasosas, das mudas de pinheiras submetidas a irrigação com águas salinas e adubação nitrogenada.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido no 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 o de blocos casualizados, arranjos no esquema fatorial 5 x 4, cujos tratamentos consistiram de cinco níveis salinos de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,3; 1,3; 2,3; 3,3 e 4,3 dS m⁻¹) e quatro níveis de adubação nitrogenada (40,70, 100 e 130% da dose recomendada para ensaios em vasos) com três repetições, perfazendo um total de sessenta unidades experimentais. Sendo a dose de 100% correspondente a 100 mg N kg⁻¹ de solo, (NOVAIS et al., 1991).

Para semeadura e a produção das mudas de pinheira, foram utilizados sacos de polietileno com dimensões de 10 x 25 cm preenchidos com substrato na proporção 2:1 (solo e areia), dispostos em bancadas de madeira, a uma altura de 0,8 m do solo. Após ser elevada a umidade do solo ao nível de retenção máxima, em todas as unidades experimentais com seus respectivos níveis salinos, realizou-se a semeadura, dispondo duas sementes de pinheira (*Annona aquamosa* L.) a uma profundidade de 0,5 cm.

As adubações com N foram aplicadas em cada sacola considerando os respectivos tratamentos as quantidades de 0,27; 0,47; 0,67 e 0,87 g planta⁻¹, na forma de ureia via fertirrigação, aos 30 dias após a semeadura (DAS). As irrigações foram realizadas, diariamente, às 17 h, o volume aplicado em cada evento de irrigação foi estimado por meio de balanço hídrico, tomando-se como base os termos da Equação 1: $CH = (V_a - V_d)/(1 - FL)$, 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 dias após a semeadura (DAS) foram medidas as seguintes variáveis: condutância estomática (*gs*), transpiração (*E*), taxa de assimilação de CO₂ (*A*), concentração interna de CO₂ (*Ci*) com o auxílio do analisador de gás carbônico a infravermelho portátil (IRGA), modelo LCPro+ Portable Photosynthesis System®. A partir desses dados, foram quantificadas a eficiência instantânea no uso da água (EiUA) e a eficiência instantânea da carboxilação (EiCi). Os dados 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 1) a utilização das águas salinas influenciou significativamente a concentração interna de CO₂ (*Ci*), condutância estomática (*gs*), taxa de assimilação de CO₂ (*A*), eficiência instantânea de carboxilação (EiCi), e eficiência do uso da água (EiUA). As doses de nitrogênio não proporcionaram diferença significativa para as variáveis analisadas em mudas de pinha. A interação entre os níveis salinos e doses de nitrogênio não ocasionou diferença significativa em nenhuma das variáveis avaliadas.

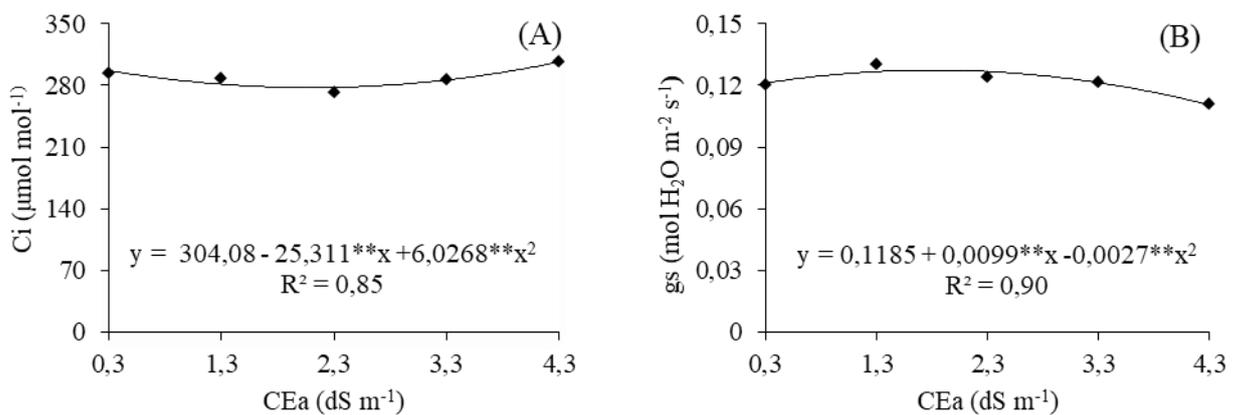
Tabela 1. Resumo do teste F referente à concentração interna de CO₂ (*Ci*), transpiração (*E*), condutância estomática (*gs*), taxa de assimilação de CO₂ (*A*), eficiência instantânea de carboxilação (EiCi) e eficiência intrínseca do uso da água (EiUA) das plantas de pinha cultivada com águas salinas e doses de nitrogênio.

Fonte de variação	G L	Quadrado Médio					
		<i>Ci</i>	<i>E</i>	<i>gs</i>	<i>A</i>	EiCi	EiUA
Níveis salinos (S)	4	1985,40**	0,0105 ^{ns}	0,0006*	11,0624**	0,0004**	2,7769**
Regressão linear	1	698,41 ^{ns}	0,0765 ^{ns}	0,0018**	4,3320 ^{ns}	0,000066 ^{ns}	0,4690 ^{ns}
Regressão quadrática	1	6102,12**	0,0387 ^{ns}	0,0007 ^{ns}	30,2430**	0,001065**	7,2467**
Doses de N (DN)	3	234,70 ^{ns}	0,1046 ^{ns}	0,0010 ^{ns}	2,4754 ^{ns}	0,00007 ^{ns}	0,1095 ^{ns}
Interação(S x DN)	1	1714,20 ^{ns}	0,0542 ^{ns}	0,0005 ^{ns}	5,5600 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	1,9204 ^{ns}
	2						
Bloco	2	7896,10 ^{ns}	0,0047 ^{ns}	0,00009 ^{ns}	1,3520 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	0,5763 ^{ns}
Resíduo	3	10868,90	0,0229	0,0001	1,9470	0,00008	0,4137
	8						
CV (%)		5,84	9,16	11,24	17,33	31,00	13,46

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

Para a concentração interna de CO_2 (C_i), observa-se efeito significativo dos tratamentos aplicados, e ajuste quadrático com o aumento dos níveis salino obtendo valor máximo de $306,678 \mu\text{mol mol}^{-1}$ para as plantas sob o nível salino $4,3 \text{ dS m}^{-1}$ aos 45 DAS (Figura 1A). O aumento na C_i em plantas sob estresse salino, ocorre devido ao fechamento estomático que leva a perda da capacidade do mesófilo em assimilar carbono, e que este quando chega às células do mesofilo não está sendo fixado (TAIZ; ZEIGER, 2013). Podendo ocorrer o comprometimento da estrutura fotossintética, uma vez que, os danos provocados nas estruturas responsáveis pela fixação de CO_2 não ocorre, tão somente, em função de fatores estomáticos, como por exemplo, pelo acúmulo de sais nas folhas (HUSSAIN et al., 2012). Para a condutância estomática (g_s) e taxa de assimilação de CO_2 (A), observa-se um efeito quadrático em função do aumento dos níveis salinos para mudas de pinheira ao 45 dias após a semeadura, encontrando valores máximos de $0,1276 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e $8,7821 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ quando as plantas foram submetidas a irrigação com água com condutividade elétrica-CEa de $1,8$ e $2,1 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura B e C).

Esse efeito é uma consequência indireta do fechamento estomático e a restrição à entrada de CO_2 nas células, o que poderia aumentar a susceptibilidade a danos fotoquímicos, pois baixas taxas de assimilação do CO_2 causam energia luminosa excessiva no fotosistema II (SILVA et al., 2010).



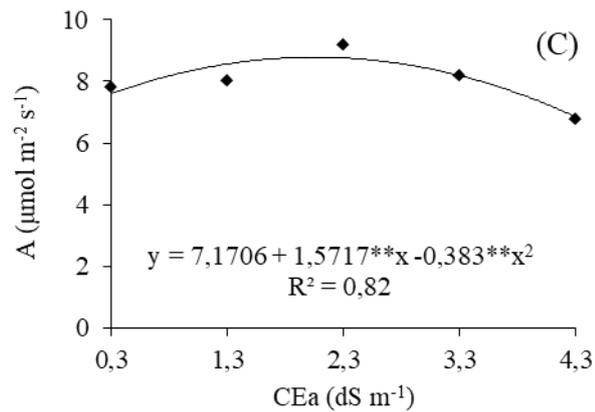


Figura 1. Concentração interna de CO₂ (*C_i*) e condutância estomática (*g_s*) taxa de assimilação de CO₂ (*A*) em mudas de pinha cultivada com águas salinas e doses de nitrogênio.

A eficiência intrínseca do uso de água (EiUA) têm sido considerada como importante medida da capacidade das espécies de se estabelecerem sobre ambientes com restrições de recursos hídricos (FERREIRA et al., 2012) no qual obteve maior desempenho 5,4729 [(µmol m⁻² s⁻¹) (mol H₂O m⁻² s⁻¹)⁻¹] quando submetidas à irrigação com nível salino de 1,8 dS m⁻¹ e redução de 2,4679 [(µmol m⁻² s⁻¹) (mol H₂O m⁻² s⁻¹)⁻¹] no nível de CEa de 4,3 dS m⁻¹ (Figura 2 A). A eficiência instantânea da carboxilação (EiCi), é a relação entre a concentração de CO₂ e a assimilação de CO₂ apresentou um efeito quadrático com valor máximo de 0,0328 [(µmol m⁻² s⁻¹) (µmol mol⁻¹)⁻¹] atingido nas plantas submetidas irrigação com á de condutividade elétrica CEa de 2,1 dS m⁻¹ (Figura 2 B).

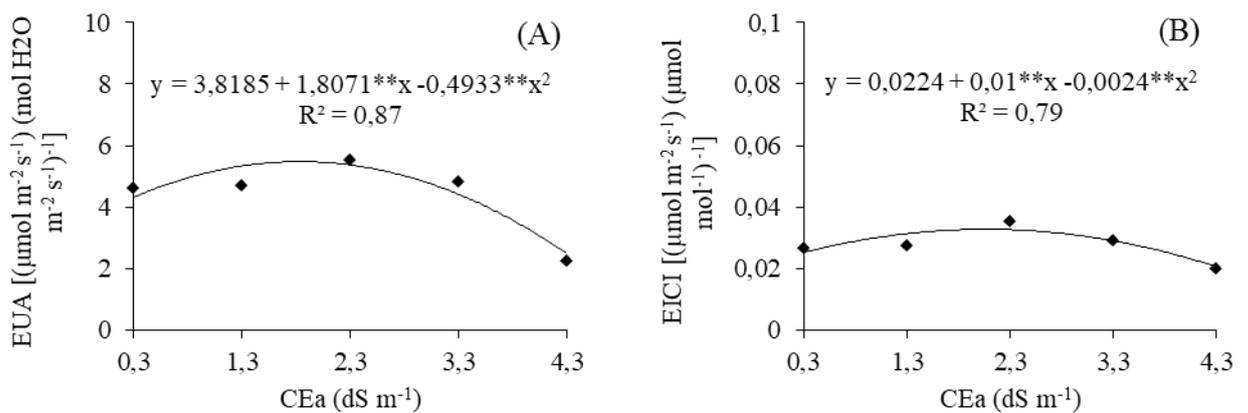


Figura 2. Eficiência intrínseca do uso da água (EiUA) e eficiência instantânea de carboxilação (EiCi) e em mudas de pinha cultivada com águas salinas e doses de nitrogênio.

Esse efeito pode estar relacionado à alteração do potencial osmótico, ocasionando uma redução da disponibilidade de água em seus tecidos e baixa capacidade de ajuste osmótico, devido ao aumento da concentração de sal (SILVA et al., 2011). Essa redução na taxa fotossintética deve-se à diminuição na quantidade de água absorvida e CO₂ fixado pela planta em função do fechamento estomático em razão da diminuição no potencial osmótico do solo decorrente do aumento da CEA de irrigação. De acordo com Kerbauy (2008) a água e o CO₂ são principais fatores limitantes da fotossíntese, ressaltando que a maior resistência difusiva dos estômatos, reduz a fotossíntese, principalmente pela restrição da condução gasosa da folha.

CONCLUSÕES

As trocas gasosas (g_s , A , E_iUA , E_iCi) em mudas de pinha foram afetados negativamente pela irrigação com água com condutividade elétrica de estimado entre 1,8 e 2,1 dS m⁻¹. As doses de nitrogênio não promoveu efeito significativo para as variáveis analisadas em mudas de pinha.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAGA SOBRINHO, R. Produção integrada de Anonáceas no Brasil. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 36, n.1, p.102-107, 2014.

CHAVES, L. H. G.; GHEYI, H. R.; RIBEIRO, S. Consumo de água e eficiência do uso para cultivar de mamona Paraguaçu submetida à fertilização nitrogenada. Revista de Engenharia Ambiental, v. 8, n. 1, p. 126-133, 2011.

FERREIRA, M. J.; GONÇALVES, J. F. C.; FERRAZ, J. B. S. Crescimento e eficiência do uso da água de plantas jovens de castanheira-da-amazônia em área degradada e submetidas à adubação. Ciência Florestal, v. 22, n. 2, p. 393-401, 2012.

HUSSAIN, S.; FRANÇOIS, L.; GILLES, C.; PATRICK, O.; RAPHAËL, M. Physiological analysis of salt stress behavior of citrus species and genera: low chloride accumulation as an indicator of salt tolerance. South African Journal of Botany, v. 81, s.n., p. 103-112, 2012.

KERBAUY, G. B. Fisiologia vegetal. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 431p.

LIMA, G. S.; DIAS, A. S.; SOARES, L. A. A.; ANDRADE, E. M. G. Saline water irrigation and nitrogen fertilization on the cultivation of colored fiber cotton. *Revista Caatinga*, v. 31, n. 1, p.151-160, 2018.

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.

SANTOS, V. A. DOS; RAMOS, J. D.; LAREDO, R. R.; SILVA, F. O. DOS R.; CHAGAS, E. A.; PASQUAL, M. Produção e qualidade de frutos de maracujazeiro-amarelo provenientes do cultivo com mudas em diferentes idades. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v.16, p.33-40, 2017.

SILVA, E. C.; NOUGUEIRA, R. J. M.; ARAÚJO, F. P.; MELO, N. F.; AZEVEDO NETO, A.D. Physiological responses to salt stress in young umbu plants. *Environmental and Experimental Botany*, v. 63, n. 1-3, p. 147-157, 2008.

SILVA, E.N.; RIBEIRO, R.V.; FERREIRA-SILVA, S.L.; VIÉGAS, R.A.; SILVEIRA, J.A.G. Comparative effects of salinity and water stress on photosynthesis, water relations and growth of *Jatropha curcas* plants. *Journal of Arid Environments*, v.74, p.1130- 1137, 2010.

SILVA, F. L. B; LACERDA, C. F.; SOUSA, G. G.; NEVES, A. L. R.; SILVA G. L.; SOUSA, C. H. C. Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão -de-corda. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 15, n. 4, p. 383-389, 2011.

SILVA, J. L. A.; MEDEIROS, J. F.; ALVES, S. V.; OLIVEIRA, F. A.; SILVA JUNIOR, M. J.; NASCIMNETO, I. B. Uso de águas salinas como alternativa na irrigação e produção de forragem no semiárido nordestino. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 18, Sup., p. 66-72, 2014.

SILVA, W. L. da. Produção de mudas de tamarindo irrigadas com águas salinizadas sob adubação nitrogenada. 2017. 41 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Sistemas Agroindustriais, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2017.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.