

TROCAS GASOSAS EM PINHEIRA CULTIVADA SOB DIFERENTES TURNOS DE REGA E APLICAÇÃO FOLIAR DE PROLINA

RAFAELA APARECIDA FRAZÃO TORRES¹, GEOVANI SOARES DE LIMA², FRANCISCO ALVES DA SILVA³, LAURIANE ALMEIDA DOS ANJOS SOARES⁴ e FRANCISCO JEAN DA SILVA PAIVA⁵

¹Graduanda em Agronomia, CCTA/UFCG, Pombal-PB, rafaelatorres1997@gmail.com;

²Dr. Prof. PPGEA, CTRN/UFCG, Campina Grande-PB, geovanisoareslima@gmail.com;

³Doutorando PPGEA, CTRN/UFCG, Campina Grande-PB, franliro@ccta.ufcg.edu.br

⁴Dra. Profa CCTA/UFCG, Pombal-PB, laurispo.agronomia@gmail.com;

⁵Doutorando, PPGEA, CTRN/UFCG, Campina Grande-PB, je.an_93@hotmail.com

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
4 a 6 de outubro de 2022

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho avaliar as trocas gasosas de plantas de pinheira irrigadas com diferentes turnos de rega e aplicação foliar de prolina em condições de semiárido brasileiro. O experimento foi desenvolvido sob condições de campo na fazenda experimental pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, em São Domingos, PB. Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 4×2 , cujos tratamentos resultaram da combinação de dois fatores: quatro turnos de rega (1, 4, 8 e 12 dias) e duas concentrações de prolina (0 e 10 mmol L⁻¹), distribuídos em blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo a parcela constituída de quatro plantas úteis, perfazendo um total de 128 unidades experimentais. O incremento nos turnos de rega reduziu as trocas gasosas das plantas de pinheira, aos 298 dias após o transplântio. A aplicação foliar na concentração de 10 mmol L⁻¹ reduziu a concentração interna de CO₂ e promoveu incremento na condutância estomática das plantas de pinheira, aos 298 dias pós o transplântio.

PALAVRAS-CHAVE: *Annona squamosa* L., fruticultura, atenuante, estresse hídrico.

GAS EXCHANGE IN PINE TREE CULTIVATED UNDER DIFFERENT WATERING SHIFT AND FOLIAR APPLICATION OF PROLINE

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the gas exchange of sugar-pine plants irrigated with different irrigation shifts and foliar application of proline in Brazilian semiarid conditions. The experiment was carried out under field conditions on the experimental farm belonging to the Center for Agro-Food Science and Technology of the Federal University of Campina Grande, UFCG, in São Domingos, PB. A randomized block design in a 4×2 factorial scheme was used, whose treatments resulted from the combination of two factors: four irrigation shifts (1, 4, 8 and 12 days) and two proline concentrations (0 and 10 mmol L⁻¹), distributed in randomized blocks, with four replications, with the plot consisting of four useful plants, making a total of 128 experimental units. The increase in irrigation shifts reduced the gas exchange of sugar-pine plants, at 298 days after transplanting. The foliar application at a concentration of 10 mmol L⁻¹ reduced the internal concentration of CO₂ and promoted an increase in the stomatal conductance of sugar-pine plants, at 298 days after transplanting.

KEYWORDS: *Annona squamosa* L., fruit growing, attenuating, water stress.

INTRODUÇÃO

A pinheira (*Annona squamosa* L.), também é conhecida de fruta-do-conde, pertencente à família Annonaceae, que dentre elas é a de maior importância econômica no Brasil, sendo a segunda região do mundo com maior área plantada (Coelho et al., 2012). O cultivo da pinha é crescente em escala comercial em diversos estados brasileiros, sobretudo na região semiárida onde espalhou-se encontrando condições ambientes favoráveis ao seu desenvolvimento. Atualmente o estado da Bahia se destaca como o maior produtor nacional (SEAGRI, 2015).

O estresse hídrico resultante das condições climáticas adversas, proporcionam às plantas diversas respostas como o fechamento dos estômatos, abscisão foliar e tende a promover o alongamento radicular, com finalidade de se conseguir absorver água das camadas mais profundas do solo. Contudo, apesar das adaptações ao estresse hídrico, o mesmo reduz a taxa de crescimento vegetativo das plantas, devido a diminuição na transpiração, interferindo na fotossíntese e na produção de fotoassimilados (Peloso et al., 2017).

As plantas podem se adaptar ou reduzir os efeitos adversos do estresse com a formação de aminoácidos relacionados aos mecanismos de tolerância em meio ao estresse. A aplicação de prolina, pode minimizar os danos causados nas células proporcionando melhores condições a planta devido ao aumento na turgescência foliar e, conseqüentemente maior desempenho no crescimento e nas atividades fisiológicas, proporcionando estabilidade nas estruturas celulares (Taiz & Zeiger, 2013; Lima et al., 2016).

Com isto, objetivou-se com este estudo avaliar as trocas gasosas de plantas de pinheira sob irrigação com diferentes turnos de rega e aplicação foliar de prolina em condições de semiárido brasileiro.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em campo na Fazenda Experimental ‘Rolando Enrique Rivas Castellón’, pertencente ao Centro de Ciências Tecnologia Agroalimentar - CCTA da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, no município de São Domingos, Paraíba, PB, situado pelas coordenadas: 06°48’50” de latitude S e 37°56’31” de longitude W, a uma altitude de 190 m.

Os tratamentos foram constituídos da combinação de dois fatores: quatro turnos de rega (1, 4, 8 e 12 dias) e duas concentrações de prolina (0 e 10 mmol L⁻¹), distribuídos em blocos casualizados, arrançados no esquema fatorial 4 × 2, com quatro repetições, cuja a parcela foi constituída de quatro plantas úteis, totalizando 128 unidades experimentais. As concentrações de prolina foram estabelecidas baseando-se em estudo desenvolvido por Lima et al. (2016).

O preparo do solo foi realizado através de aração e gradagem, visando o destorroamento e nivelamento do solo, em seguida sendo feita a demarcação, instalações do sistema de irrigação e posteriormente sendo coletadas amostras de solo na profundidade de 0 a 30 cm, formando-se uma amostra composta de 500g para determinação das características físicas e químicas do solo de acordo com metodologia de Teixeira et al. (2017). Posteriormente realizou-se a abertura das covas manualmente, com auxílio de uma cavadeira, com espaçamento de 3 m entre fileiras e 3 m entre plantas. Na abertura das covas foram estabelecidas as dimensões de 40 × 40 × 40 cm.

Após a abertura das covas, realizou-se a adubação de fundação, com 10 L de esterco bovino, conforme recomendação de Silva e Silva (1997). Já a adubação com nitrogênio e potássio foi realizada mensalmente, utilizando-se como fonte de nitrogênio a ureia (45% de N) e como fonte de potássio o cloreto de potássio (60% de K₂O). Para atender a recomendação de NPK foram aplicados 40, 60 e 60 g planta⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. A aplicação de micronutrientes foi realizada quinzenalmente através de um composto de Dripsol micro (Mg²⁺ = 1,1%; B = 0,85 %; Cu (Cu-EDTA) = 0,5%; Fe (Fe-EDTA) = 3,4 %; Mn (Mn-EDTA) = 3,2%; Mo = 0,05%; Zn = 4,2%; Contém 70% de agente quelante EDTA) na concentração de 1 g L⁻¹, via pulverização foliar utilizando-se em média 40 L por aplicação.

O sistema de irrigação utilizado foi de irrigação localizada por gotejamento, com tubos de PVC de 32 mm na linha principal e tubos de polietileno de baixa densidade, de 16 mm nas linhas laterais com gotejadores de vazão 10 L h⁻¹. Em cada planta foram instalados, dois gotejadores autocompensantes (modelo GA 10 Grapa), cada um a 15 cm do caule onde está sendo determinada a vazão média dos gotejadores como também coeficiente da uniformidade da aplicação da água. As

plantas são irrigadas diariamente, pela manhã, com fornecimento de água, sendo a lâmina determinada com base no método de Hargreaves-Samani (1982), obtida pelas Eqs. 1 e 2:

$$ET_o = 0,0023 \times Q_o \times (T_{max} - T_{min})^{0,5} \times (T_{med} + 17,8) \dots\dots\dots(1)$$

$$ET_c = ET_o \times K_c \dots\dots\dots(2)$$

Em que: ET_o - evapotranspiração de referência, mm d⁻¹; e T_{max} - Temperatura máxima do ar (°C); T_{min} - Temperatura mínima do ar (°C); T_{med} - Temperatura média do ar (°C); Q_o - Irradiância solar extraterrestre (mm dia⁻¹) de evaporação equivalente; K_c - Coeficiente de cultura, adimensional.

A evapotranspiração de referência (ET_o) foi determinada diariamente a partir de dados climáticos coletados na Estação Meteorológica de São Gonçalo, localizada no município de Sousa - PB, sendo os dados utilizados para determinação a ET_o pelo método de Penman-Monteith.

Os efeitos dos distintos tratamentos foram mensurados aos 298 dias após o transplante pela quantificação das trocas gasosas, sendo determinadas: taxa de assimilação de CO₂ (A) (μmol m⁻² s⁻¹), transpiração (E) (mmol H₂O m⁻² s⁻¹), condutância estomática (g_s) (mol H₂O m⁻² s⁻¹) e concentração intercelular de CO₂ (C_i) (μmol mol⁻¹) na terceira folha contada a partir do ápice. Usando-se o equipamento portátil de medição de fotossíntese “LCPro+” da ADC BioScientific Ltda.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de distribuição (teste de Shapiro-Wilk) e posteriormente foi realizada análise de variância ao nível de 0,05 de probabilidade, em caso de significância, realizou-se teste de comparação de médias (Tukey em nível de 0,05 de probabilidade) para as concentrações de prolina e regressão linear e polinomial para turnos de rega, utilizando-se o software estatístico SISVAR-ESAL.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

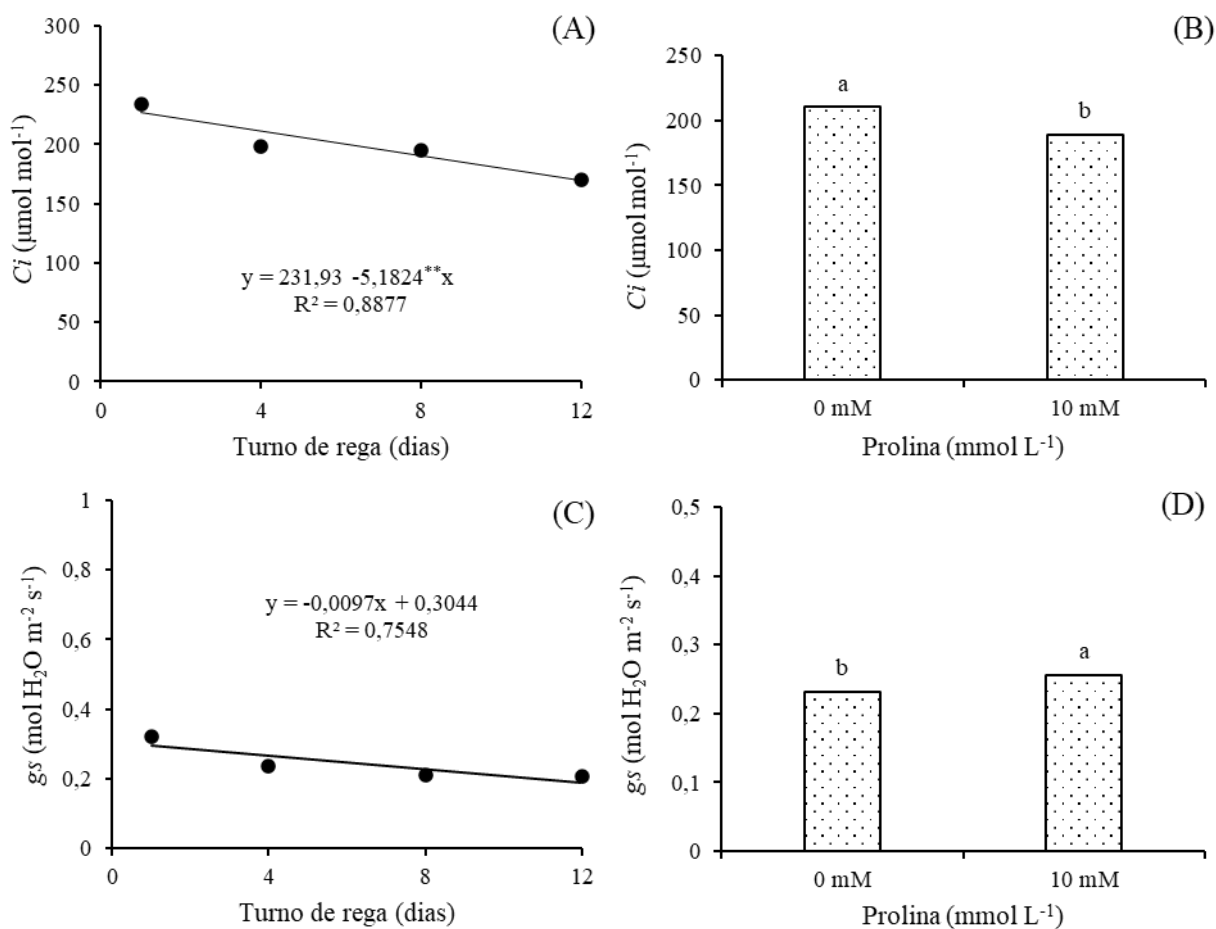
Houve efeito significativo dos turnos de rega sobre todas as variáveis mensuradas (Tabela 1). As concentrações de prolina afetaram de forma significativa a concentração interna de CO₂ e a condutância estomática das plantas de pinheira. A interação entre os fatores (TUR × PRO) não influenciou de forma significativa nenhuma das variáveis avaliadas, aos 298 DAT.

Tabela 1. Resumo da análise de variância referente à concentração intercelular de CO₂ (C_i), Transpiração (E), condutância estomática (g_s) e taxa de assimilação de CO₂ (A) das plantas de pinheira cultivadas sob diferentes turnos de rega e aplicação foliar de prolina aos 298 dias após o semeio.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		C_i	E	g_s	A
Turnos de rega (TUR)	3	5546,4843**	0,6537*	0,0229**	61,9010**
Regressão linear	1	15287,9045**	1,9096**	0,0555**	149,7690**
Regressão quadrática	1	242,0550 ^{ns}	0,0276 ^{ns}	0,0128*	26,7180*
Prolina (PRO)	1	3669,4602*	0,0612 ^{ns}	0,0050*	3,8920 ^{ns}
Interação (TUR × PRO)	3	313,8726 ^{ns}	0,1706 ^{ns}	0,0003 ^{ns}	4,0788 ^{ns}
Blocos	3	397,3831 ^{ns}	0,2575 ^{ns}	0,0025*	2,3342 ^{ns}
Resíduo	21	509,6595	0,1509	0,0009	3,7831
CV (%)		11,31	12,96	12,92	10,36

GL - grau de liberdade; CV (%) - coeficiente de variação; * significativo em nível de 0,05 de probabilidade; ** significativo em nível de 0,01 de probabilidade; ^{ns} não significativo.

A concentração interna de CO₂ (C_i) reduziu de forma linear com o aumento nos turnos de rega de irrigação (Figura 1A). As plantas submetidas ao turno de rega de 12 dias reduziram em 27,28% em comparação com as submetidas ao turno de rega diário. A C_i também foi influenciada pela aplicação foliar de prolina (Figura 1B). As plantas que não receberam prolina (0 mmol L⁻¹) foram estatisticamente superiores as que receberam a concentração de 10 mmol L⁻¹.



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

Figura 1. Concentração intercelular de CO_2 - C_i em função dos turnos de rega (A) e concentrações de prolina (B), e condutância estomática - g_s em função dos turnos de rega (C) e das concentrações de prolina (D) das plantas de pinheira, aos 298 dias após o transplantio.

A condutância estomática (g_s) também foi influenciada pelos turnos de rega (Figura 1C), cujos dados se ajustaram ao modelo de regressão linear decrescente. Ao comparar em termos relativos, verifica-se que houve redução de 35,80% na condutância estomática das plantas quando comparado o menor (1 dia) com o maior turno de rega (12 dias). A g_s também foi influenciada pela aplicação foliar de prolina, sendo observado que, as plantas que receberam aplicação foliar de prolina foram estatisticamente superiores as que não receberam o composto (Figura 1D).

A transpiração também foi reduzida com aumento dos turnos de rega (Figura 2A). Observa-se uma redução linear, com decréscimo de 20,20% na transpiração a medida em que se aumentou os intervalos de irrigação de 1 para 12 dias.

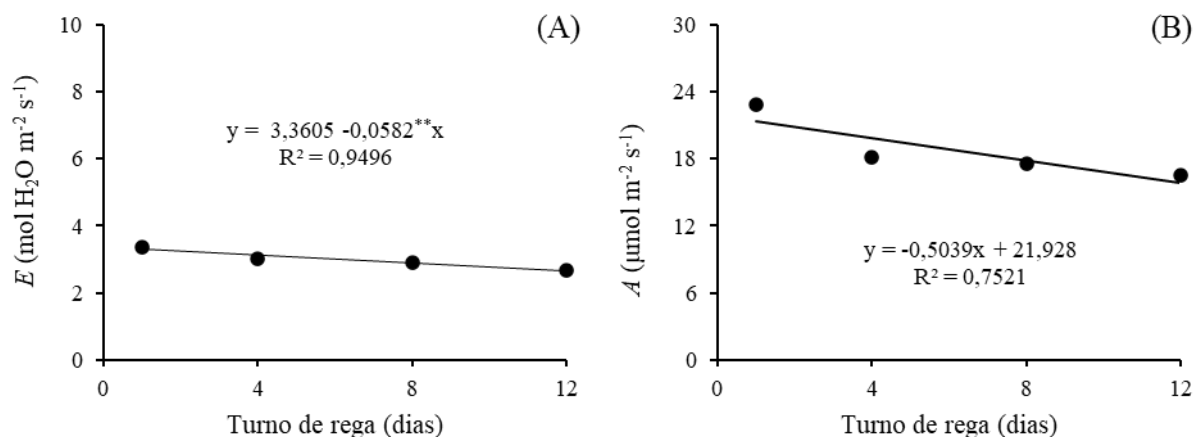


Figura 2. Transpiração - E (A) e taxa de assimilação de CO₂ - A (B) das plantas de pinheira cultivadas sob diferentes turnos de rega e aplicação foliar de prolina.

A taxa de assimilação de CO₂ (A) das plantas de pinheira diminuiu linearmente em função dos diferentes turnos de rega (Figura 2B). Os dados obtidos se ajustaram ao modelo de regressão linear decrescente, sendo observado uma redução de 27,5% na taxa de assimilação de CO₂ à medida em que se aumentou de 1 para 12 dias de intervalos de irrigação.

CONCLUSÃO

O incremento nos turnos de rega reduziu as trocas gasosas das plantas de pinheira, aos 298 dias após o transplântio. A aplicação foliar na concentração de 10 mmol L⁻¹ reduziu a concentração interna de CO₂ e promoveu incremento na condutância estomática das plantas de pinheira, aos 298 dias após o transplântio.

AGRADECIMENTOS

A UFCG pela concessão de projeto PIVIC a primeira autora.

REFERÊNCIAS

- 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.
- Hargreaves, G. H.; Samani, Z. A. Estimating potential evapotranspiration. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, v. 108, n.3, p. 225-230, 1982.
- Lima, G. S.; Santos, J. B.; Soares, L. A. A.; Gheyi, H. R.; Nobre, R. G.; Pereira, R. F. Irrigação com águas salinas e aplicação de prolina foliar em cultivo de pimentão 'All Big'. *Comunicata Scientiae*, v.7, p.513-522, 2016.
- Peloso, A. F.; Tatagiba, S. D.; Reis, E.F.; Pezzopane, J.E.M. & Amaral, J.F.T. Limitações fotossintéticas em folhas de cafeeiro arábica promovidas pelo déficit hídrico. *Coffee Science*, v. 12, n. 3, p. 389-399, 2017.
- Seagri- Secretaria de estado da agricultura, pecuária, pesca e aquicultura do estado de alagoas. Bahia mantém liderança na produção nacional de pinha, 2015.
- Silva, A. Q.; Silva, H. Nutrição e adubação de anonáceas. IN: São José, A.R.; Souza, I.V.B.; Morais, O.M.; Rebouças, T.N.H. Anonáceas, produção e mercado (Pinha, Graviola, Atemóia e Cherimólia). Vitória da Conquista (BA): DFZ/UESB, 1997. p.118- 137.
- Taiz, L.; Zeiger, E. *Fisiologia vegetal*. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 918 p., 2013.
- Teixeira, P. C.; Donagemma, G. K.; Fontana, A.; Teixeira, W. G. (org.). *Manual de métodos de análise de solo*. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 573 p.