



## **TROCAS GASOSAS E CRESCIMENTO DE PINHEIRA SOB TURNOS DE REGA E APLICAÇÃO FOLIAR DE PROLINA**

Rafaela Aparecida Frazão Torres<sup>1</sup>, Francisco Jean da Silva Paiva<sup>2</sup>, Geovani Soares de Lima<sup>3</sup>, Lauriane Almeida dos Anjos Soares<sup>4</sup>, Francisco Alves da Silva<sup>5</sup>, Fellype Jonathar Lemos da Silva<sup>6</sup>

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar as trocas gasosas e o crescimento de pinheira em função dos turnos de rega e aplicação foliar de prolina em condições do semiárido Paraibano. A pesquisa foi desenvolvida sob condições de campo em São Domingos, PB. Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial  $4 \times 2$ , cujos tratamentos resultaram da combinação de quatro turno de rega (1, 4, 8 e 12 dias) e duas concentrações de prolina (0 e 10 mM), com quatro repetições, cuja parcela foi constituída de quatro plantas úteis, perfazendo um total de 128 unidades experimentais. A aplicação foliar de 10 mM de prolina não influenciou no diâmetro do caule e a condutância estomática de plantas de pinheira com o aumento nos turnos de rega, aos 460 dias após o transplante.

**PALAVRAS-CHAVE:** atenuante, estresse abiótico, frutífera.

## **GROWTH AND GAS EXCHANGE OF PINE TREE UNDER PROLINE LEAF APPLICATION AND WATERING SHIFT**

**ABSTRACT:** The objective was to evaluate gas exchange and sugar apple growth as a function of irrigation shifts and foliar application of proline in semi-arid conditions in Paraíba. The research was carried out under field conditions in São Domingos, PB. A randomized block design was used in a  $4 \times 2$  factorial scheme, whose treatments resulted from the combination

<sup>1</sup> Discente do curso de Agronomia, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB. E-mail: rafaelatorres1997@gmail.com

<sup>2</sup> Bolsista de Doutorado da CAPES, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: je.an\_93@hotmail.com

<sup>3</sup> Prof. Doutor, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB. E-mail: geovanisoareslima@gmail.com

<sup>4</sup> Profa. Doutora, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB. E-mail: laurispo.agronomia@gmail.com

<sup>5</sup> Bolsista de Doutorado da CAPES, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: chico.lis@hotmail.com

<sup>6</sup> Discente do curso de Agronomia, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB. E-mail: fellypeitapb@gmail.com

of four irrigation shifts (1, 4, 8 and 12 days) and two concentrations of proline (0 and 10 mM), with four replications, whose plot consisted of four useful plants, making a total of 128 experimental units. The foliar application of 10 mM of proline did not influence the stem diameter and the stomatal conductance of sugar apple plants with the increase in watering shifts, at 460 days after transplanting.

**KEYWORDS:** mitigating, abiotic stress, fruitful.

## INTRODUÇÃO

A pinheira (*Annona squamosa*), é originária das Antilhas e já se encontra dispersa em quase todos os continentes. Registrados cerca de 29 gêneros e 260 espécies no Brasil, a pinheira recebe destaque pelo alto valor comercial obtido tanto no mercado interno, quanto no mercado externo (LEMOS, 2014).

De acordo com o último Censo Agropecuário (2017), a região nordeste se destaca na produção e comercialização da pinha (IBGE, 2023). Contudo, devido as altas temperaturas aliadas a baixa disponibilidade de água nessas regiões (CABRAL et al., 2019), as plantas tendem a aumentar as taxas de respiração, tornando os processos biológicos e metabólicos instáveis, causando comprometimento no processo fotossintético, e dificultando a absorção de nutrientes, levando em consideração a instabilidade nos processos de translocação quando as plantas estão submetidas ao estresse (TAIZ et al., 2017).

Em resposta ao déficit hídrico as plantas compensam a perda de pressão de turgor através da manutenção do equilíbrio osmótico, por meio do acúmulo de solutos, como a prolina (BERGER et al., 2016). A prolina é um aminoácido que atua como osmoprotetor e pode aumentar a resistência ao estresse através da redução da desidratação dos tecidos devido ao ajuste osmótico celular (BANDURSKA et al., 2017; PER et al., 2017).

Neste sentido, objetivou-se com este estudo avaliar as trocas gasosas e o crescimento 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 no período de janeiro de 2021 a abril de 2022 sob condições campo na Fazenda Experimental 'Rolando Enrique Rivas Castellón', pertencente ao Centro de Ciências Tecnologia Agroalimentar - CCTA da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizado no município de São Domingos, Paraíba, PB.

Os tratamentos foram constituídos da combinação de quatro turnos de rega – TUR (1, 4, 8 e 12 dias) e duas concentrações de prolina - PRO (0 e 10 mM), distribuídos em blocos ao acaso, arranjos no esquema fatorial  $4 \times 2$ , com quatro repetições, cuja 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 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.

A semeadura foi realizada em sacolas plásticas com dimensões de  $15 \times 20$  cm, preenchidas com uma mistura de 84:15:1 (em base volume) de solo, areia e esterco bovino curtido, respectivamente. Após emergência das plântulas, foi realizado o desbaste, deixando-se apenas a planta, mais vigorosa, quando estas obtiveram 10 cm de altura. 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. As covas foram de tamanho  $40 \times 40 \times 40$  cm.

Após a abertura das covas, realizou-se a adubação com 10 L de esterco bovino e 40, 60 e 60 g planta<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente, conforme recomendação de Silva & 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 K<sub>2</sub>O).

Para a concentração de prolina a 10 mm L<sup>-1</sup> foi feita a diluição de 1,1376 g L<sup>-1</sup> desse aminoácido em água destilada, sendo aplicada de forma exógena através de um pulverizador costal, com um volume de calda médio de 400 mL por planta. A aplicação foi feita quinzenalmente, às 17:00 horas. Para a quebra da tensão superficial da água utilizou-se o produto Haiten® que se trata de um espalhante adesivo não iônico.

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<sup>-1</sup>. Em cada planta foram instalados, dois gotejadores autocompensantes (modelo GA 10 Grapa), cada um a 15 cm do caule.

Os efeitos dos distintos tratamentos foram mensurados em dois períodos (298 e 460 dias após o transplântio) para o diâmetro do caule - DC e aos 460 DAP das trocas gasosas, pelas variáveis de transpiração -  $E$  ( $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e condutância estomática -  $gs$  ( $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) com o auxílio do analisador de gás carbônico a infravermelho portátil (IRGA), modelo “LCPro+” da ADC BioScientific Ltda.

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste F. Nos casos de significância, foi realizada análise de regressão polinomial ( $p < 0,05$ ) para os turnos de rega utilizando-se do software estatístico SISVAR – ESAL versão 5.6 (FERREIRA, 2019).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

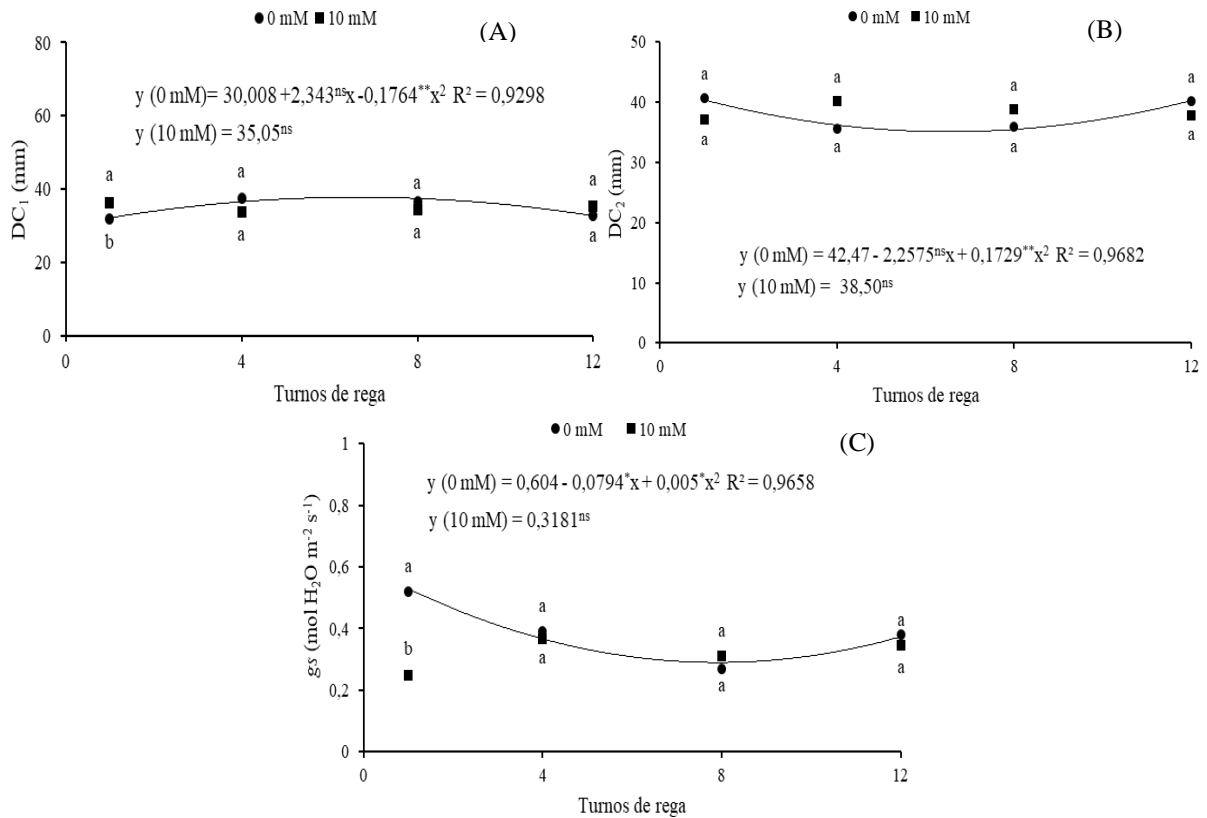
De acordo com o resumo da análise de variância (Tabela 1), observa-se efeito significativo da interação entre os fatores (TUR  $\times$  PRO) para todas as variáveis, exceto para a transpiração das plantas de pinheira aos 460 dias após o transplântio. Nota-se também que, não houve diferença significativa dos efeitos isolados sob a transpiração das plantas de pinheira.

**Tabela 1.** Resumo das análises de variâncias referentes ao diâmetro do caule aos 298 e 460 dias após o transplântio, respectivamente, transpiração ( $E$ ) e condutância estomática ( $gs$ ) das plantas de pinheira cultivadas sob diferentes turnos de rega e aplicação foliar de prolina, aos 298 dias após o transplântio.

| Fontes de variação           | GL | Quadrados médios    |                     |                    |                    |
|------------------------------|----|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
|                              |    | DC1                 | DC2                 | $E$                | $gs$               |
| Turnos de rega (TUR)         | 3  | 5,99 <sup>ns</sup>  | 4,64 <sup>ns</sup>  | 2,20 <sup>ns</sup> | 0,01 <sup>ns</sup> |
| Regressão Linear             | 1  | 0,00 <sup>ns</sup>  | 0,04 <sup>ns</sup>  | 4,16 <sup>ns</sup> | 0,00 <sup>ns</sup> |
| Regressão Quadrática         | 1  | 17,92 <sup>ns</sup> | 13,10 <sup>ns</sup> | 0,16 <sup>ns</sup> | 0,01 <sup>ns</sup> |
| Prolina (PRO)                | 1  | 0,58 <sup>ns</sup>  | 1,42 <sup>ns</sup>  | 0,17 <sup>ns</sup> | 0,04 <sup>ns</sup> |
| Interação (TUR $\times$ PRO) | 3  | 29,61*              | 30,19*              | 1,50 <sup>ns</sup> | 0,03*              |
| Blocos                       | 3  | 5,46                | 9,23                | 5,27               | 0,05               |
| Resíduo                      | 21 | 7,89                | 9,88                | 1,52               | 0,01               |
| CV (%)                       |    | 8,06                | 8,21                | 18,70              | 30,05              |

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.

Aos 298 dias após o transplântio, observa-se que o diâmetro do caule - DC1 (Figura 1A), na ausência de aplicação de prolina, os dados de ajustaram ao modelo de regressão polinomial, sendo o maior valor estimado de 37,77 mm, no turno de rega de 7 dias. Já o menor valor foi observado quando as plantas foram submetidas ao turno de rega de um dia (32,17 mm). Nota-se ainda que, a aplicação de prolina na concentração de 10 mM, não influenciou o DC das plantas de pinheira em função dos turnos de rega.



**Figura 1.** Diâmetro do caule (A e B) de plantas de pinheira aos 298 e 460 dias após o transplântio, respectivamente, e condutância estomática - g<sub>s</sub> (C) das plantas de pinheira em função da interação entre os turnos de rega e concentrações de prolina aos 460 dias após o transplântio.

Aos 460 dias após o transplântio, o diâmetro do caule das plantas de pinheira, obteve comportamento inverso ao observado aos 298 DAT. Nota-se que, na ausência de aplicação de prolina (0 mM), os dados se ajustaram ao modelo de regressão polinomial, em que, o maior DC foi obtido no turno de rega de um dia, equivalente a 40,39 mm, e o menor valor foi estimado foi de 35,15 mm, no turno de rega de 7 dias (Figura 1B). Plantas que estão submetidas a condições de estresse hídrico tendem a promover alterações fisiológicas e morfológicas, devido a diminuição na absorção de água, o que conseqüentemente vai afetar o seu crescimento e desenvolvimento (PELOSO et al., 2017).

Nota-se ainda que, quando se utilizou a prolina na concentração de 10 mM, não houve efeito significativo do DC das plantas com incremento nos turnos de rega. Para a condutância estomática - g<sub>s</sub>, houve efeito significativo para a interação entre os tratamentos apenas na ausência de aplicação de prolina (Figura 1C), em que, os dados se ajustaram ao modelo de regressão polinomial, sendo o maior valor estimado em 0,530 mol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, no turno de rega de um dia. Já o menor valor foi observado no turno de rega de 8 dias, equivalente a 0,289 mol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>. A redução na condutância estomática com o incremento nos turnos de rega pode ter sido decorrente da diminuição na disponibilidade de água, onde, o processo que regula a abertura e fechamento estomáticos, são influenciados devido a uma redução na taxa

fotossintética, ocasionando a interrupção no fluxo de CO<sub>2</sub> para os sítios de carboxilação (TAIZ et. al., 2017)

## CONCLUSÕES

A aplicação foliar de 10 mM de prolina não influencia no diâmetro do caule e a condutância estomática de plantas de pinheira com o aumento nos turnos de rega.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANDURSKA, H.; NIEDZIELA, J.; PIETROWSKA-BOREK, M.; NUC, K.; BERGER, J.; PALTA, J.; VADEZ, V. An integrated framework for crop adaptation to dry environments: Responses to transient and terminal drought. **Plant Science**, v. 253, p. 58- 67, 2016.

CABRAL, J. H. A.; SILVA, P. F.; MATOS, R. M.; BONOU, S. I.; SANTOS, B. D. B.; CHADZINIKOLAU, T.; RADZIKOWSKA, D. Regulation of proline biosynthesis and resistance to drought stress in two barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes of different origin. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 118, p. 427-437, 2017

FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042. 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 16 mar. 2023.

LE MOS, E. E. P. A produção de anonáceas no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 77-85, 2014.

LIMA, G. S. DE; SANTOS, J. B. DOS; SOARES, L. A. DOS A.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G. Irrigação com águas salinas e aplicação de prolina foliar em cultivo de pimentão 'All Big. **Comunicata Scientiae**, v. 7, n. 4, p. 513, 2016.

LIMA, V. L. A.; DANTAS NETO, J. Estatística multivariada na qualidade da água residual utilizada na irrigação na região semiárida brasileira. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 10, n. 4, p. 121-133, 2019.

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.

PER, T. S.; KHAN, N. A.; REDDY, P. S.; MASOOD, A.; HASANUZZAMAN, M.; KHAN, M. I. R.; ANJUM, N. A. Approaches in modulating proline metabolism in plants for salt and drought stress tolerance: Phytohormones, mineral nutrients and transgenics. **Plant physiology and biochemistry**, v. 115, p. 126-140, 2017.

SILVA, A. Q.; SILVA, H. **Nutrição e adubação de anonáceas. Anonáceas, produção e mercado (Pinha, Graviola, Atemóia e Cherimólia)**. Vitória da Conquista (BA): DFZ/UESB, p.118-13, 1997.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.A.; MURPHY, A. Água e células vegetais. In: **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, p.855, 2017.