

TROCAS GASOSAS DE PINHEIRA SOB TURNOS DE REGA E APLICAÇÃO FOLIAR DE PROLINA

Rafaela Aparecida Frazão Torres¹, Francisco Jean da Silva Paiva², Geovani Soares de Lima³, Lauriane Almeida dos Anjos Soares⁴, Francisco Alves da Silva⁵, Fellype Jonathar Lemos da Silva⁶

RESUMO: Objetivou-se avaliar as trocas gasosas da 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 4×2 , cujos tratamentos foram constituídos 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 de prolina na concentração de 10 mM aumentou a taxa de assimilação de CO₂ com o aumento dos turnos de irrigação. A ausência de prolina aumentou a eficiência intrínseca no uso da água e a eficiência instantânea de carboxilação nas plantas de pinheira, aos 460 dias após o transplantio.

PALAVRAS-CHAVE: atenuante, escassez hídrica, fruticultura.

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

ABSTRACT: The objective was to evaluate the gaseous exchanges of sugar apple as a function of irrigation shifts and foliar application of proline in conditions of the semi-arid region of Paraíba. The research was carried out under field conditions in São Domingos, PB. A

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

² Bolsista de Doutorado da CAPES, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: je.an_93@hotmail.com

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

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

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

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

randomized block design was used in a 4×2 factorial scheme, whose treatments consisted of a combination of four watering 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 application of proline at a concentration of 10 mM increased the rate of CO₂ assimilation with the increase in irrigation shifts. The absence of proline increased the intrinsic efficiency in water use and the instantaneous efficiency of carboxylation in sugar apple plants, at 460 days after transplanting.

KEYWORDS: mitigating, water scarcity, fruit growing.

INTRODUÇÃO

Pertencente à família Annonaceae, a pinheira (*Annona squamosa*) destaca-se como fruteira de grande importância econômica e social no nordeste do Brasil. A comercialização dos frutos desperta interesse devido aos altos preços obtidos tanto para polpa quanto para o fruto in natura (BRAGA SOBRINHO, 2014; LEMOS, 2014).

O cultivo da pinheira está distribuído principalmente em regiões do Nordeste brasileiro (IBGE, 2023), onde evidenciam-se condições de clima quente com prolongados períodos de estiagem e irregularidade anual das chuvas, o que ocasiona déficit hídrico nas plantas, devido as altas taxas de evaporação (FERNANDES et al., 2021).

Levando em consideração as condições desfavoráveis devido à falta de água, as plantas promovem alterações nos processos fisiológicos e morfológicos, em busca de amenizar os efeitos adversos a que está sendo submetida (SUN et al., 2020). Com a finalidade de mitigar os efeitos do estresse, as plantas sintetizam alguns compostos, como osmólitos ou osmoprotetores, que são solutos que se acumulam sob condições de estresse, participando assim do ajuste osmótico, da manutenção da integridade das membranas e da eliminação de espécies reativas de oxigênio (ALI et al., 2017).

Dentre esses mitigadores, tem-se a prolina, que é um aminoácido que atua como osmoprotetor em plantas expostas a diferentes tipos de estresses abióticos, participando de diversos processos fisiológicos (BIANCUCCI et al., 2015).

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 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 4×2 , 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 15×20 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⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, 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 K₂O).

Para a concentração de prolina a 10 mm L⁻¹ foi feita a diluição de 1,1376 g L⁻¹ 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 com o intuito de obter-se maior absorção foliar.

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.

Os efeitos dos distintos tratamentos foram mensurados aos 460 dias após o transplântio através da taxa de assimilação de CO₂ - A ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), transpiração 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. A partir desses dados, foram quantificadas a eficiência no uso da água - EUA (A/E) [$(\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}) (\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1})^{-1}$] e a eficiência instantânea da carboxilação - A/Ci [$(\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}) (\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1})^{-1}$].

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 e teste de Tukey ($p < 0,05$) para as concentrações de prolina, utilizando-se do software estatístico SISVAR – ESAL versão 5.6 (FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a taxa de assimilação de CO₂ (A), observa-se efeito significativo para a interação entre os fatores (TUR × PRO). Para a concentração de 0 mM os dados se ajustaram ao modelo de regressão polinomial, onde observou-se que, o maior e o menor valor estimado foram de 48,67 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e 27,04 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ nos turnos de rega de 1 e 7 dias, respectivamente (Figura 1A). Já na concentração de 10 mM, observou-se comportamento linear crescente na A em função do aumento nos turnos de rega, sendo observado um incremento de 41,24% (13,36 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) quando comparado o turno de rega de 1 dia ao de 12 dias.

A aplicação foliar de prolina na concentração de 10 mM em função dos turnos de rega influenciou significativamente a concentração intercelular de CO₂ - Ci das plantas de pinheira (Figura 1B). Observa-se ajuste quadrático da Ci, sendo o maior valor (205,89 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) observado no turno de rega de 12 dias e o menor no turno de rega de 6 dias (139,03 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Observa-se não haver efeito significativo da Ci na ausência de aplicação de prolina (0 mM) em função dos turnos de rega.

A redução da taxa de assimilação de CO₂ com incremento nos turnos de rega pode estar relacionada com a diminuição da disponibilidade de água no solo, onde seu potencial osmótico torna-se mais negativo, o que acaba ocasionando uma redução nas trocas gasosas (OLIVEIRA et al., 2018). A utilização da prolina na concentração de 10 mM pode ter promovido aumento

tanto na taxa de assimilação de CO₂, quanto na concentração interna, devido ao seu efeito benéfico na proteção das estruturas dos cloroplastos e do aparato fotossintético (SILVA et. al., 2020).

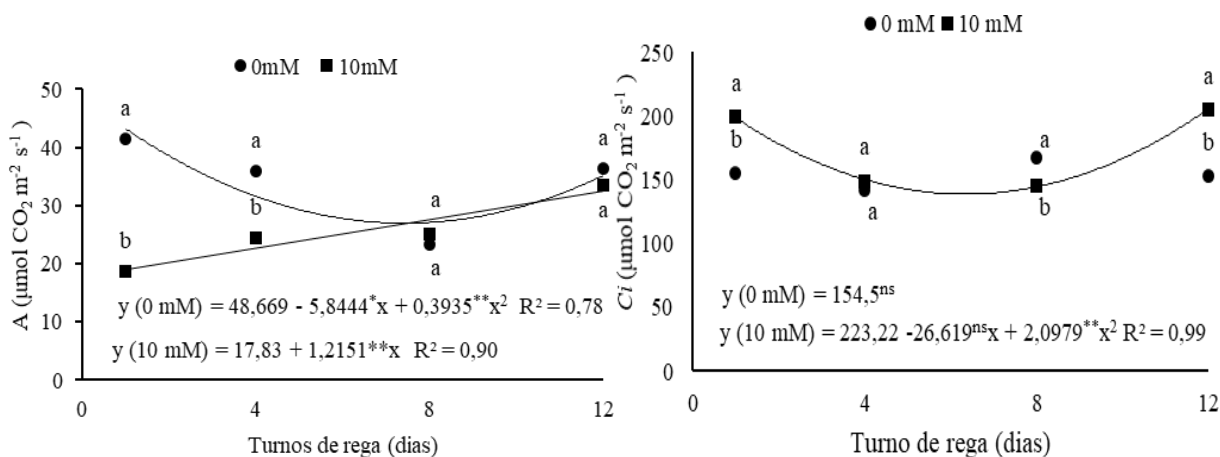


Figura 1. Taxa de assimilação de CO₂ - A (A) e concentração intercelular de CO₂ - Ci (B) das plantas de pinheira em função da interação entre os turnos de rega e concentrações de prolina aos 460 dias após o transplantio.

A eficiência intrínseca no uso da água - EiUA foi influenciada de maneira significativa pela aplicação foliar de prolina (Figura 2A), em que, a ausência da prolina promoveu uma maior EiUA ($4,89 [(\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}) (\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1})^{-1}]$), sendo estatisticamente superior ao valor obtido quando aplicou-se a concentração de 10 mM ($3,89 [(\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}) (\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1})^{-1}]$), equivalente a uma redução de 20,45%.

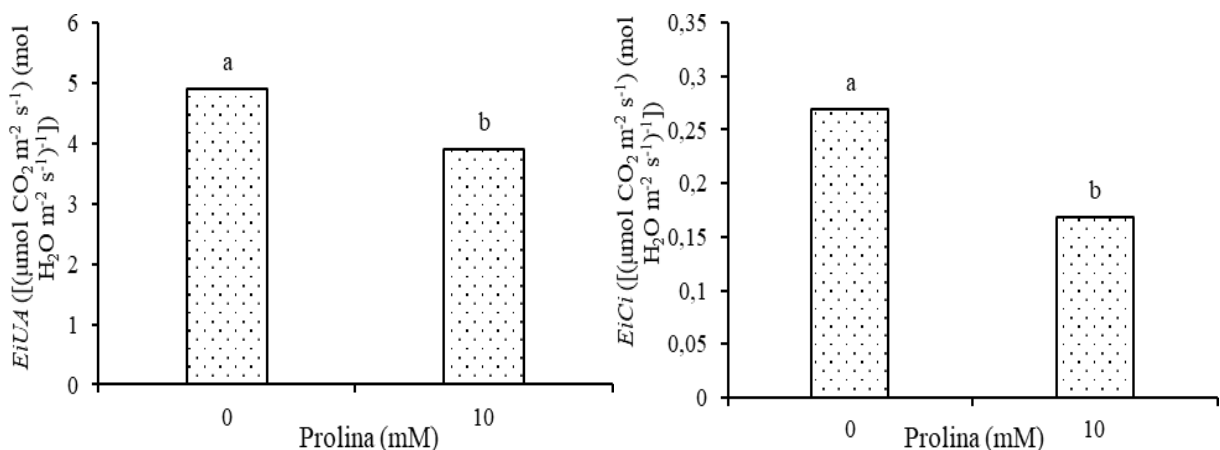


Figura 2. eficiência intrínseca no uso da água – EiUA (A) e eficiência instantânea de carboxilação – EiCi (B) das plantas de pinheira cultivadas sob diferentes concentrações de prolina, aos 460 dias após o transplantio.

A aplicação foliar de prolina influenciou a eficiência instantânea de carboxilação – EiCi das plantas de pinheira (Figura 2B), onde, a ausência da prolina promoveu a maior EiCi ($0,2687 [(\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}) (\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1})^{-1}]$), sendo 37,21% ($0,100 [(\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}) (\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1})^{-1}]$) superior ao valor obtido quando utilizou-se a prolina na concentração de 10 mM.

A redução nas variáveis de EIUA e EICI com a aplicação exógena de prolina, pode ter sido advinda do acúmulo desse aminoácido na planta, onde quando em altas concentrações pode

ocasionar efeitos tóxicos, além de promover estresse (LIMA et. al., 2016; SZEPESI & SZÖLLÖSI, 2018).

CONCLUSÕES

A aplicação de prolina na concentração de 10 mM aumenta a taxa de assimilação de CO₂ com o incremento dos intervalos de irrigação. A ausência de prolina aumenta a eficiência intrínseca no uso da água e a eficiência instantânea de carboxilação nas plantas de pinheira aos 460 dias após o transplante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALI, F.; BANO, A.; FAZAL, A. Recent methods of drought stress tolerance in plants. **Plant Growth Regulation**, v. 82, n. 3, p. 363-375, 2017.
- BIANCUCCI, M.; MATTIOLI, R.; MOUBAYIDIN, L.; SABATINI, S.; COSTANTINO, P.; BRAGA SOBRINHO, R. Produção integrada de anonáceas no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 102-107, 2014.
- FERNANDES, E. A.; SOARES, L. A. DOS. A.; LIMA, G. S. DE.; SILVA NETA, A. M. DE S.; ROQUE, I. A.; SILVA, F. A. DA; FERNANDES, P. D.; LACERDA, C. N. DE. Cell damage, gas exchange, and growth of *Annona squamosa* L. under saline water irrigation and potassium fertilization. **Semina ciências Agrárias**, v. 42, n. 3, p. 999-1018, 2021.
- 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.
- LEMO, 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.

OLIVEIRA, J. D. S. D. Alterações fisiológicas no crescimento inicial de dois acessos de pinheira (*Annona squamosa* L.) submetidas ao estresse hídrico, 2018.

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.

SILVA, F. D. D. A. DA.; PEREIRA, F. H. F.; JÚNIOR, J. E. C.; NOBREGA, J. S.; DIAS, M. DOS S. Aplicação foliar de prolina no crescimento e fisiologia do milho verde cultivado em solo salinizado. **Colloquium Agrariae**, v. 16, n. 5, p. 23-34, 2020.

SUN, Y.; WANG, C.; CHEN, H. Y.; RUAN, H. Response of plants to water stress: a metaanalysis. **Frontiers in plant science**, v. 11, n. 1, p. 978, 2020.

SZEPESI, A.; SZÖLLŐSI, R. Mechanism of proline biosynthesis and role of proline metabolism enzymes under environmental stress in plants. In: **Plant metabolites and regulation under environmental stress**. Academic Press, p. 337-353, 2018.