

RELAÇÕES HÍDRICAS EM PINHEIRA 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. Professora 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 esta pesquisa avaliar as relações hídricas de plantas de pinheira sob irrigação com diferentes turnos de rega e aplicação foliar de prolina em condições de semiárido brasileiro. A pesquisa foi desenvolvida 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.. A concentração de 10 mmol L⁻¹ de prolina aumentou o extravasamento de eletrólitos no limbo foliar das plantas de pinheira, aos 298 dias após o transplântio. O aumento no turno de rega promoveu maior porcentagem de extravasamento de eletrólitos e menor conteúdo relativo de água no limbo foliar das plantas de pinheira. A eficiência no uso da água e eficiência instantânea de carboxilação da pinheira não foram afetadas pelos turnos de rega e aplicação foliar de prolina, aos 298 dias após o transplântio.

PALAVRAS-CHAVE: *Annona squamosa* L., atenuante, dano celular, semiárido.

WATER RELATIONS IN PINE TREE UNDER DIFFERENT WATERING SHIFT AND FOLIAR APPLICATION OF PROLINE

ABSTRACT: The objective of this research was to evaluate the water relations of sugar-pine plants under irrigation with different irrigation shifts and foliar application of proline in Brazilian semiarid conditions. The research 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. pine tree, at 298 days after transplanting. The increase in the irrigation shift promoted a higher percentage of electrolyte leakage and lower relative water content in the leaf blade of sugar-pine plants. The water use efficiency and instantaneous carboxylation efficiency of the sugar apple were not affected by the irrigation shifts and foliar application of proline, at 298 days after transplanting.

KEYWORDS: *Annona squamosa* L., attenuating, cell damage, semiarid.

INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca no cenário mundial na produção e comercialização de várias espécies anonáceas, dentre elas a pinha (*Annona squamosa* L.), o que contribui com a economia regional além

da gerar emprego e renda (Oliveira et al., 2016). O cultivo da pinheira está difundido em regiões quentes ou semiáridas com acentuado déficit hídrico no maior período do ano, devido sua tolerância a determinada restrição hídrica (São José et al., 2014).

Em condições de altas temperaturas, aliada a baixa disponibilidade de água, as taxas de respiração das plantas aumentam, os processos biológicos e metabólicos se tornam instáveis, pelo comprometimento da fotossíntese, além de dificultar a absorção de nutrientes devido a diminuição nos processos de translocação. Nestes casos, a condutância estomática é variável de acordo com a necessidade da planta em realizar a reposição hídrica na superfície foliar, diminuindo assim a transpiração (Taiz et al., 2017).

Uma das formas de minimizar os efeitos adversos do estresse é a aplicação de prolina, sendo este um dos solutos orgânicos comumente encontrados nas plantas sob condições adversas, atuando no processo de ajuste osmótico em diversas plantas. Com isso, a aplicação foliar de prolina em uma cultura que seja sensível ao déficit resulta em aumento no acúmulo de nutrientes na folha mitigando os efeitos deletérios do estresse (Ashraf et al., 2011). Isso acontece devido ao acúmulo desses compostos nas folhas diminuir o potencial hídrico foliar aumentando a capacidade de absorção de água das plantas (Pagter et al., 2005).

Neste sentido, objetivou-se com este estudo avaliar as relações hídricas 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, arranjados 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 (FeEDTA) = 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: ETo - evapotranspiração de referência, mm d⁻¹; e Tmax – Temperatura máxima do ar (°C); Tmin – Temperatura mínima do ar (°C); Tmed – Temperatura média do ar (°C); Q_o – Irradiância solar extraterrestre (mm dia⁻¹) de evaporação equivalente; Kc – Coeficiente de cultura, adimensional.

A evapotranspiração de referência (ETo) 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 ETo pelo método de Penman-Monteith.

Os efeitos dos distintos tratamentos foram mensurados aos 298 dias após o transplântio pela quantificação do percentual de extravasamento de eletrólitos na membrana celular, do conteúdo relativo de água, eficiência instantânea de carboxilação (EiCi) e eficiência intrínseca no uso da água (EiUA).

O percentual de extravasamento de eletrólitos foi determinado de acordo com Scotti-Campos et al. (2013), conforme Eq. 3:

$$\%EE = (Ci/Cf) \times 100 \dots\dots\dots(3)$$

Em que: %EE = percentual de extravasamento de eletrólitos; Ci = condutividade elétrica inicial (dS m⁻¹); Cf = condutividade elétrica final (dS m⁻¹).

A determinação do conteúdo relativo de água no limbo foliar (CRA) foi obtida de acordo com a Eq. 4, contida em Weatherley (1950):

$$CRA (\%) = ((PF - PS) / (PT - PS)) \times 100 \dots\dots\dots(4)$$

Em que: CRA (%) = Conteúdo relativo de água; PF, PS e PT representam respectivamente, o peso da matéria fresca, o peso da matéria seca e o peso das folhas túrgidas.

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

A interação entre os fatores (TUR × PRO) não influenciou de forma significativa nenhuma das variáveis avaliadas (Tabela 1). Os diferentes turnos de rega afetaram significativamente o extravasamento de eletrólitos (%EE) e o conteúdo relativo de água (%CRA) das plantas de pinheira, aos 298 dias após o transplântio. A aplicação exógena de prolina influenciou significativamente o extravasamento de eletrólitos das plantas de pinheira, aos 298 dias após o transplântio.

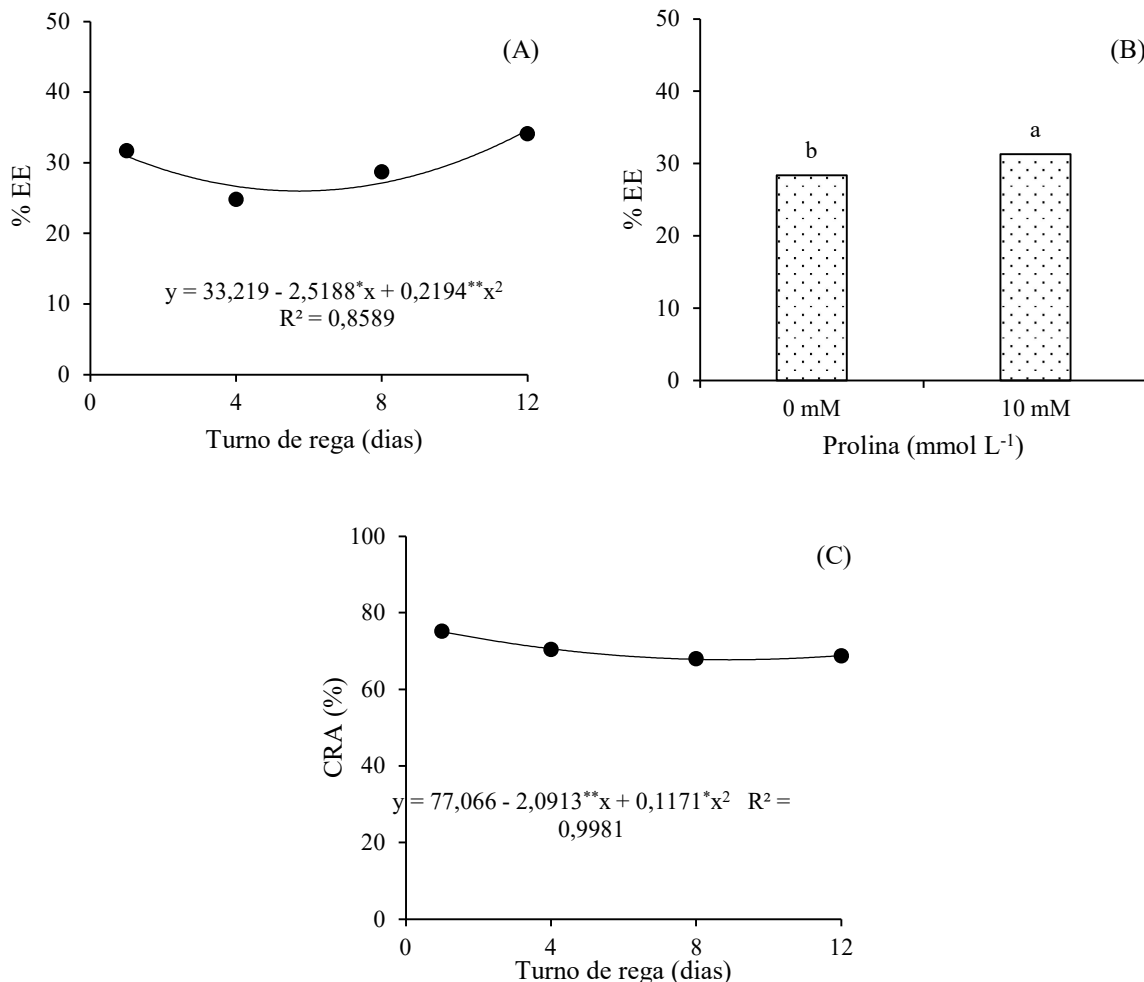
Tabela 1. Resumo da análise de variância referente à eficiência instantânea no uso da água (EiUA), eficiência instantânea de carboxilação (EiCi), extravasamento de eletrólitos (%EE) e conteúdo relativo de água (%CRA) das plantas de pinheira, cultivadas sob diferentes turnos de rega e aplicação foliar de prolina, aos 298 dias após o transplântio.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		EiUA	EiCi	%EE	%CRA
Turnos de rega (TUR)	3	0,7895 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	128,2927 ^{**}	82,7886 ^{**}
Regressão linear	1	1,0023 ^{ns}	0,000023 ^{ns}	49,1708 [*]	186,0347 ^{**}
Regressão quadrática	1	1,0907 ^{ns}	0,0004 ^{ns}	301,2285 ^{**}	62,0080 [*]
Prolina (PRO)	1	0,0367 ^{ns}	0,0004 ^{ns}	69,2487 [*]	18,4118 ^{ns}
Interação (TUR × PRO)	3	0,7952 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	16,3151 ^{ns}	9,4041 ^{ns}
Blocos	3	1,8658 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	17,4132 ^{ns}	3,0382 ^{ns}
Resíduo	21	1,3006	0,0003	12,9178	8,2402
CV (%)		17,93	18,76	12,05	4,07

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.

O extravasamento de eletrólitos (%EE) das plantas de pinheira foram influenciados significativamente pelos turnos de rega (Figura 1A). Os dados obtidos melhor se ajustaram ao modelo de regressão quadrática, com maior porcentagem de extravasamento de eletrólitos obtido ao se irrigar com turno de rega de 12 dias, cujo valor máximo estimado foi de 34,08%. Por outro lado, o menor %EE (24,8%) foi obtido quando as plantas foram cultivadas sob turno de rega de 4 dias. O aumento do

percentual de dano à membrana celular sob déficit hídrico de 12 dias, pode estar relacionado ao potencial hídrico das células vegetais, que é afetado pelo estresse, prejudicando consequentemente seu turgor (Sayar et al., 2008). O desajuste de composições bioquímicas ou biofísicas nas estruturas da membrana estão correlacionados a perda de tolerância e a danos causados pela desidratação (McKersie e Stinson, 1980; Senaratna e McKersie, 1983; Tatteroo et al., 1996).



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

Figura 1. Extravasamento de eletrólitos - %EE (A) em função dos turnos de rega e das concentrações de prolina (B) e conteúdo relativo de água das plantas de pinheira em função dos turnos de rega, aos 298 dias após o transplântio.

A aplicação foliar de prolina também afetou significativamente a porcentagem de extravasamento de eletrólitos (Figura 1B). Observa-se que, ao se utilizar prolina na concentração de 10 mmol L^{-1} houve um aumento de 9,40% na porcentagem de extravasamento de eletrólito das plantas de pinheira quando comparado às que não receberam o tratamento (0 mmol L^{-1}).

O conteúdo relativo de água foi afetado de maneira significativa pelos turnos de rega (Figura 1C). Nota-se que, os dados se ajustaram ao modelo de regressão polinomial quadrático, sendo observado o valor máximo estimado (75,16%) nas plantas submetidas ao turno de rega de 1 dia, a partir daí ocorreu redução em que o valor mínimo foi obtido quando foi aplicado 12 dias de turno de rega (68,78%). A redução do conteúdo relativo de água com o aumento do tempo de exposição ao déficit hídrico é consequência da diminuição na absorção de água pelas plantas.

CONCLUSÃO

A concentração de 10 mmol L^{-1} de prolina aumenta o extravasamento de eletrólitos no limbo foliar das plantas de pinheira, aos 298 dias após o transplântio.

O aumento no turno de rega promove maior porcentagem de extravasamento de eletrólitos e menor conteúdo relativo de água no limbo foliar das plantas de pinheira.

A eficiência no uso da água e eficiência instantânea de carboxilação da pinheira não são afetadas pelos turnos de rega e aplicação foliar de prolina, aos 298 dias após o transplântio.

AGRADECIMENTOS

A UFCG pela concessão de projeto PIVIC a primeira autora.

REFERÊNCIAS

- Ashraf, M.; Akram, N. A.; Alqurainy, F.; Foolad, M. R. Drought tolerance: roles of organic osmolytes, growth regulators, and mineral nutrients. *Advances in Agronomy*, v.1, n.11, p. 249-296, 2011.
- 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. Irrigação com águas salinas e aplicação de prolina foliar em cultivo de pimentão 'All Big. *Comunicata Scientiae*, v.7, n.4, p.513, 2016.
- McKersie, B. D.; Stinson, R. H. Effect of dehydration on leakage and membrane structure in *Lotus corniculatus* L. seeds. *Plant Physiology*, v.66, n.2, p.316-320, 1980.
- Oliveira, A. S.; Castellani, M. A.; Nascimento, A. S.; Moreira, A. A. Perfil do sistema de produção de pinha nos polos de fruticultura da Bahia, com ênfase nos aspectos fitossanitários da cultura. *Extensão Rural*, v.23, n.2, p.95-111, 2016.
- Pagter, M.; Bragato, G.; Brix, H. Tolerance and physiological responses of *Phragmites australis* to water deficit. *Aquatic Botany*, v.81, p.285-299, 2005.
- São José, A. R. Pires, M. M.; Freitas, A. L. G. E.; Ribeiro, D. P.; Perez, L. A. A. Actuality and perspectives of Annonaceous in the world. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.36, n. 1, p.86-93, 2014.
- Sayar, R.; Khemira, H.; Kameli, A.; Mosbahi, M. Physiological tests as predictive appreciation for drought tolerance in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *Agronomy Research*, v.6, n.1, p.79-90, 2008.
- Scotti-Campos, P.; Pham-Thi, Anh-Thu; Semedo, J. N.; Pais, I. P.; Ramalho, J. C.; Matos, M. C. Physiological responses and membrane integrity in three *Vigna* genotypes with contrasting drought tolerance. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, v.25, n.12, p.1002-1013, 2013.
- Senaratna, T.; McKersie, B. D. Characterization of solute efflux from dehydration injured soybean (*Glycine max* L. Merr) seeds. *Plant Physiology*, v.72, v.4, p. 911-914, 1983.
- 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 Cherimóia). Vitória da Conquista (BA): DFZ/UESB, 1997. p.118-137.
- Taiz, L.; Zeiger, E.; Møller, I. M.; Murphy, A. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*, [tradução: Alexandra Antunes Mastroberti ... et al.]; revisão técnica: Paulo Luiz de Oliveira. – 6. ed. – Porto Alegre: Artmed, 2017, 888p, 2017.
- Tatteroo, F. A. A.; de Bruijn, A. Y.; Henselmans, R. N. M.; Wolkers, W. F.; van Aelst, A. C.; Hoekstra, F. A. Characterization of membrane properties in desiccation-tolerant and -intolerant carrot somatic embryos. *Plant Physiology*, v. 111, n.2, p.403-412, 1996.
- 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.
- Weatherley, P. E. Studies in the water relations of the cotton plant. I- The field easurements of water deficits in leaves. *New Phytologist*, v.49, n.1, p.81-97, 1950.