

FREQUÊNCIA DE IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA NA QUALIDADE DE MUDAS DE PINHA EM SUBSTRATO COM POLÍMERO

A. R. Silva¹, F. T. C. Bezerra², L. F. Cavalcante³, W. E. Pereira⁴,
L. M. Araújo⁵, M. A. F. Bezerra⁶

RESUMO: Condicionantes de solo podem reduzir a demanda hídrica e amenizar estresses hídrico-salino às plantas. Objetivou-se com o trabalho avaliar a formação de mudas de pinha sob o manejo da irrigação com água salina em substrato com condicionante de solo. Os tratamentos foram obtidos do arranjo entre doses de polímero (0,0; 0,2; 0,6; 1,0 e; 1,2 g dm⁻³) e condutividade elétrica da irrigação (0,3; 1,1; 2,7; 4,3 e; 5,0 dS m⁻¹), associado a frequências de irrigação, e mais dois tratamentos para avaliar volume de recipiente (1,30 e 0,75 dm³). Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados. Aos 120 dias após a semeadura determinou-se as variáveis salinidade do substrato, diâmetro, altura, número de folhas e índice de Dickson. Os dados foram submetidos as análises de variância, regressão e contraste. A salinidade do substrato aumentou com a elevação da condutividade elétrica da água de irrigação e com as doses de polímero. O crescimento e a qualidade das mudas foram reduzidos com o aumento da salinidade da água de irrigação. Sendo que foram obtidos os maiores valores das variáveis sob irrigação diária. Recipiente de maior volume proporcionou maior crescimento. A irrigação diária com água de baixa salinidade proporcionou mudas maiores e de melhor qualidade.

PALAVRAS-CHAVE: *Annona squamosa*, volume de recipiente, crescimento de mudas.

FREQUENCY OF IRRIGATION WITH SALINE WATER AS SEEDLINGS OF SUBSTRATE WITH POLYMER

SUMMARY: Soil conditioning can reduce demand by minimizing saline-water stress on plants. The objective of this work was the formation of pineapple seedlings under irrigation management with saline water in a soil conditioner. The treatments were obtained from the arrangement between polymer doses (0.0, 0.2, 0.6, 1.0 and 1.2 g dm⁻³) and irrigation electrical

¹ Engenheiro Agrônomo, estudante de doutorado do PPG em Fisiologia e Bioquímica de Plantas/ESALQ/USP, Piracicaba-São Paulo. E-mail: aldeironaldo@usp.br

² Doutor, bolsista PNP/PPGA/CCA/UFPB, Areia-Paraíba.

³ Doutor, professor do PPGA/CCA/UFPB, Areia-Paraíba e; pesquisador do INCTSal, Fortaleza-Ceará.

⁴ Doutor, professor DCFS/CCA/UFPB, Areia-Paraíba.

⁵ Mestre, estudante de doutorado do PPGA/FCA/UNESP, Botucatu-São Paulo.

⁶ Mestre, estudante de doutorado do PPGA/CCA/UFPB, Areia-Paraíba.

conductivity (0.3, 1.1, 2.7, 4.3 and 5.0 dS m⁻¹), associated with irrigation frequencies, And two treatments for vessel volume (1.30 and 0.75 dm³). A randomized complete block design was used. At 120 days after sowing, substrate salinity, diameter, height, number of leaves and Dickson's index were determined as variables. Data were submitted to the analysis of variance, regression and contrast. The salinity of the substrate increased with an increase in the electrical conduction of the irrigation water with the doses of polymer. The growth and quality of seedlings were reduced with increasing salinity of irrigation water. Being that so many obtained greater of the variable forms under daily irrigation. Higher volume container provided higher growth. Daily irrigation with low salinity water provided larger and better quality seedling.

KEYWORDS: *Annona squamosa*, recipient volume, seedling growth.

INTRODUÇÃO

A salinidade é considerado o segundo maior estresse abiótico que afeta a produção vegetal na maioria das regiões do mundo (Baath et al., 2017). A pratica da agricultura em regiões de clima árido ou semiárido é grandemente dependente da agua da irrigação (Kaner et al., 2017). Estima-se que 7 % das áreas agrícolas do mundo são afetadas pela salinização do solo, com perspectivas para 20 % nas próximas décadas, devido ao aumento das áreas de irrigação. (Kosová et al., 2013).

Em geral o efeito dos sais está também associado com a ocorrência de altas temperaturas, baixa umidades atmosférica e intensa radiação, acentuando ainda mais os efeitos deletérios (Mehdi-Tounsi et al., 2017). A presença de alta quantidade de sais no solo com condutividade elétrica em média de 4 dS m⁻¹ ou equivalente 400 mM de NaCl, afeta a absorção de agua, além de causa efeitos de toxicidade na planta (Munns & Tester, 2008; USDA-ARS, 2008).

Entre os efeitos provocados pela salinidade estão o estresse iônico, osmótico e oxidativo, além disso os altos níveis de sais na planta originam um desbalanceamento iônico, promovendo a redução da absorção de nutriente (Alexandre, 2006). A planta tolera o efeito osmótico por meio do mecanismo de ajuste osmótico, além também de lidar com a exclusão de íons de sal por meio da compartimentação na célula ou acumulação nos compartimentos intracelulares como os vacúolos, tendo também que lidar com o estresse oxidativo das células (KOSOVÁ et al., 2013).

A utilização do polímero hidroabsorvente, vem se tornando uma medida de baixo custo em comparação a outra, visando o uso mais eficiente da agua e diminuição do problemas relacionado a salinidade (Ljubojevi et al., 2017). Além disso outra técnica alternativa para o

cultivo de plantas em condições de estresse salino, refere-se a frequência de irrigação. Sendo considerada bastante importante no crescimento vegetal, disponibilidade de nutriente, salinidade (Zhou et al., 2015).

Estudos recentes demonstram o efeito atenuador sobre estresse salino, promovendo maior tolerância das plantas ao estresse salino e hídrico, eficiência no uso da água, incremento da matéria seca (Kant & Turan, 2011). Contudo ainda são bastante escassos os estudos referentes ao efeito do polímero hidroabsorvente em plantas sob estresse salino, nisto objetivou-se no presente trabalho avaliar o efeito do polímero no desenvolvimento de mudas de pinheira submetida a irrigação com água de diferente condutividade elétrica.

MATERIAL DE MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na estufa telada do Departamento de Solos e Engenharia Rural, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, situado no município de Areia, Paraíba. O preparo do substrato consistiu na mistura de material do solo, areia e esterco na proporção 3;1;1 respectivamente.

O material do solo foi coletado na estação experimental Chã do Jardim, localizada no município de Areia, PB, retirado na profundidade de 0-20 cm de um Latossolo Vermelho-Amarelo. Foi realizada a caracterização química do substrato apresentando os seguintes valores de fertilidade; 5,9 de pH, 0,46 dS m⁻¹ de condutividade elétrica (suspensão solo-água); 8,97; 0,5; 1,74; 1,28; 0,23 e 0,88 cmol_c dm⁻³ de hidrogênio, alumínio, cálcio e magnésio, sódio e potássio respectivamente. 45 mg dm⁻¹ de fósforo e; 24,3 g dm⁻³ de matéria orgânica quanto a fertilidade e 5,9 e; 1,97 de pH e condutividade elétrica do extrato de saturação, respectivamente para a salinidade. Em relação às características físicas, obteve-se 68,67% de areia, 18,17% de silte e 13,16% de argila, 1,35 e 2,64 g cm⁻³ para a densidade do solo e da partícula, respectivamente e porosidade de 48,86%.

O polímero hidroabsorvente foi colocada em água destilada por 8 horas, com objetivo de promover a expansibilidade, logo após o polímero hidroabsorvente foi misturado com o substrato. O delineamento experimental foi em blocos causalizado com esquema em Matriz Central de Box de acordo com a tabela 1.

A irrigação foi realizada diariamente, sendo que o preparo das águas de maior condutividade elétrica (EC), adição de cloreto de sódio na água de abastecimento com uma condutividade elétrica inicial de 0,3 dS m⁻¹, para a formulação das águas salinas se utilizou o condutivímetro,

Aos 120 dias após a semeadura foram realizadas as mensuradas: o diâmetro do caule (DNS), utilizando um paquímetro digital; altura (ALT), medido com régua milimétrica; número de folha (NF), mediante contagem. Após a retirada das mudas de pinheira, o substrato foi passado em peneira e realizado a determinação da condutividade elétrica do substrato através pasta de saturação segundo a metodologia de Richards (1954). O Índice de Qualidade de Dickson (IQD), foi calculado através da fórmula (massa seca total / [relação altura da parte aérea e diâmetro + relação parte aérea e sistema radicular]) segundo Dickon et al. (1960).

Os dados foram submetidos à análise de variância. Os efeitos quantitativos das doses de polímero e da condutividade elétrica da água de irrigação, onde ambos foram submetidos a análise de regressão pelo teste F ($p < 0,05$). As análises estatísticas foram realizada no software SAS[®] versão 9.3

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A salinidade da água de irrigação influenciou a salinidade do substrato, o crescimento e qualidade das mudas de pinha (Tabela 1). Enquanto as doses de polímero tiveram efeito apenas sobre a salinidade do substrato.

A irrigação aumentou a salinidade do substrato, sendo intensificado com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação (Figura 1A). Estima-se que o aumento unitário na condutividade elétrica da água de irrigação proporcionou aumento de $0,2 \text{ dS m}^{-1}$ na salinidade do substrato. Mesmo efeito encontrado por Morales-garcia et al. (2011), onde observaram o aumento da condutividade elétrica em função da irrigação com água salina em diferentes fase do crescimento vegetativo *Capsicum annuum* L.

Esse aumento pode ser explicado pelo fato das grandes quantidades de sais presentes na água utilizado para irrigação. Altos teores de sódio provoca a dispersão da argila, desfragmentação do solo e provoca toxicidade nas plantas (Calvacante, 2012).

Polímero exerceu efeito sobre a condutividade elétrica do extrato de saturação (Figura 1 B), apresentando uma condutividade elétrica máxima de $2,8 \text{ dS m}^{-1}$ na dose de $0,6 \text{ g kg}^{-1}$ do volume do substrato. Doses superiores a $0,6 \text{ g kg}^{-1}$ provocaram uma leve redução da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo. O polímero hidroabsorvente, aumenta o estoque de água nos horizontes do solo (Agaba et al., 2011). O que permite maior volume de água no solo, conseqüentemente diminuindo o efeito osmótico dos sais no solo.

A irrigação diária nas mudas de pinha, resultou no valor máximo diâmetro do caule das mudas sendo 12,5% a mais em comparação com o manejo de irrigação alternada (Figura 2A).

A elevação dos níveis de sais na água de irrigação, promoveu o decréscimo do diâmetro do caule, em ambas formas de manejo de irrigação (diária e alternada).

A irrigação alternada (Figura 3A), resultou no decréscimo em 20% na altura da muda de pinha em comparação a irrigação diária. A salinidade influenciou negativamente o crescimento das mudas (Figura 3 B), reduzindo de 31,8 cm para 16,8 cm, entre os níveis de salinidade respectivamente 0,3 e 5,0 dS m⁻¹, sob a irrigação diária. A alta concentração de sais na raiz da planta impossibilita o suplemento de água, resultando no comprometimento do processo fisiológicos e bioquímicos (Ljubojevi et al., 2017), acarretando na redução do crescimento inicial das mudas.

As mudas de pinheira apresentaram menor número de folha sob a irrigação em dias alternado, redução de 20% quando comparada com mudas irrigadas diariamente (Figura 4A). Na Figura 4B observa-se que o aumento da salinidade da água resultou de forma semelhante no decréscimo no número de folha em ambas as formas de manejo de irrigação. A salinidade afeta diretamente o crescimento da muda, devido inicialmente o efeito osmótico e oxidativo. Os sais em excesso causam baixo quantidade de água na célula, levando a baixos níveis de turgor das celular, da qual reduzindo o alongamento e divisão da célula (Munns & Tester, 2008).

O Índice de Qualidade de Dickson (Figura 5 A), teve uma diferença em torno de 13 % entre a forma de irrigação diária e alternada. Em relação a salinidade o Índice de Qualidade de Dickson diminui a medida de que elevou os níveis de salinidade da água, promovendo uma redução de 13% sob a irrigação diária e 53 % na irrigação realizada de forma alternada.

CONCLUSÕES

A salinidade do substrato aumentou com a elevação da condutividade elétrica da água de irrigação e com as doses de polímero;

O crescimento e a qualidade das mudas foram reduzidos com o aumento da salinidade da água de irrigação, com os maiores valores das variáveis sob irrigação diária;

Recipiente de maior volume proporcionou maior crescimento das mudas de pinha;

A irrigação diária com água de baixa salinidade proporcionou mudas maiores e de melhor qualidade.

AGRADECIMENTOS

A equipe Lofeca, CCA/UFPB, INCTSal, CNPQ e CAPES.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGABA, H.; ORIKIRIZA, L. J. B.; OBUA, J.; KABASA, J. D.; WORBES, M.; HUTTERMANN. Hydrogel amendment to sandy soil reduces irrigation frequency and improves the biomass of *Agrostis stolonifera*. *Agricultural Sciences*, V. 2, n. 4, p. 544–550, 2011.
- ALEXANDRE, S.; DE ARAUJO, M. Uso eficiência de macronutrientes e água em erva sal (*Atriplex nummularia* Lindl.) expostas a níveis crescentes de NaCl e ciclos de seca. 2006.
- BAATH, G. S. et al. Irrigation water salinity influences at various growth stages of *Capsicum annum*. *Agricultural Water Management*, V. 179, p. 246–253, 2017.
- CALVACANTE, L. F. O maracujazeiro e a salinidade da água. João Pessoa: Edotira Sal da terra, 2012, 20p.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Florest Chronicle*, V. 36, p.10-13, 1960.
- DUARTE, S. N. et al. Fundamentos da drenagem agrícola. Fortaleza: INCTSal, 2015.11p.
- KANER, A.; TRIPLER, E.; HADAS, E.; BEN-GAL, A. Feasibility of desalination as an alternative to irrigation with water high in salts. *Desalination*, V. 416, p. 122–128, 2017.
- KANT, A. C.; TURAN, M. Hydrogel substrate alleviates salt stress with increase antioxidant enzymes activity of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under salinity stress. *Journal of Agricultural Research*, V. 6, n. 3, p. 715–724, 2011.
- KOSOVÁ, K.; PRÁIL, I. T.; VÍTÁMVÁS, P. Protein contribution to plant salinity response and tolerance acquisition. *International journal of molecular sciences*, V. 14, n. 4, p. 6757–6789, . 2013.
- LJUBOJEVI, M; OGNJANOV, V.; MAKSIMOVIC, I.; CUKANOVIC, J.; DULIC, J.; SZABO, Z.; SZABO, S. Effects of Hydrogel on Growth and Visual Damage of Ornamental *Salvia* Species Exposed to Salinity. *Clean - Soil, Air, Water*, V. 45, n.2, p.1-8, 2, 2017.
- MEHDI-TOUNSI, H.; CHELLI-CHAABOUNI; MAHJOUB-BOUJNAH.; BOUKHRIS, M. Long-term field response of pistachio to irrigation water salinity. *Agricultural Water Management*, V. 185, p. 1–12, 2017.
- MORALES-GARCIA, D.; STEWART, K. A; SEGUIN, P.; MADRAMOOTOO, C.

Supplemental saline drip irrigation applied at different growth stages of two bell pepper cultivars grown with or without mulch in non-saline soil. *Agricultural Water Management*, V. 98, n. 5, p. 893–898, 2011.

KOSOVÁ, K.; PRÁIL, I. T.; VÍTÁMVÁS, P. Protein contribution to plant salinity response and tolerance acquisition. *International journal of molecular sciences*, V. 14, n. 4, p. 6757–89, 2013.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual review of plant biology*, V. 59, p. 651–81, 2008.

RICHARDS, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington: United States Salinity Laboratory. USDA, Agriculture Handbook, 1960, p.60.

ZHOU, B.; LI, Y.; LIU, Y.; XU, F.; PEI, Y.; WANG, Z. Effect of drip irrigation frequency on emitter clogging using reclaimed water. *Irrigation Science*, V. 33, n.3, p.221-234, 2015.

Tabela 1. Esquema entre os níveis dos fatores (HyA – polímero; CEai – condutividade elétrica da água de irrigação; Fírrig – frequência de irrigação e; VRecp – volume de recipiente) utilizados no experimento.

Tratamento ¹	Contraste ²		Doses/Concentrações		Fírrig	VRecp
	HyA	CEai	HyA (g dm ⁻³)	CEai (dS m ⁻¹)		
1	-1	-1	0,2	1,1	Diário	1,30 dm ⁻³
2	-1	1	0,2	4,3	Diário	1,30 dm ⁻³
3	1	-1	1,0	1,1	Diário	1,30 dm ⁻³
4	1	1	1,0	4,3	Diário	1,30 dm ⁻³
5	-1,41 (- α) ²	0	0,0	2,7	Diário	1,30 dm ⁻³
6	1,41 (α)	0	1,2	2,7	Diário	1,30 dm ⁻³
7	0	-1,41 (- α)	0,6	0,3	Diário	1,30 dm ⁻³
8	0	1,41 (α)	0,6	5,0	Diário	1,30 dm ⁻³
9	0	0	0,6	2,7	Diário	1,30 dm ⁻³
10	-1	-1	0,2	1,1	Alternado	1,30 dm ⁻³
11	-1	1	0,2	4,3	Alternado	1,30 dm ⁻³
12	1	-1	1,0	1,1	Alternado	1,30 dm ⁻³
13	1	1	1,0	4,3	Alternado	1,30 dm ⁻³
14	-1,41 (- α)	0	0,0	2,7	Alternado	1,30 dm ⁻³
15	1,41 (α)	0	1,2	2,7	Alternado	1,30 dm ⁻³
16	0	-1,41 (- α)	0,6	0,3	Alternado	1,30 dm ⁻³
17	0	1,41 (α)	0,6	5,0	Alternado	1,30 dm ⁻³
18	0	0	0,6	2,7	Alternado	1,30 dm ⁻³
19	0	0	0,6	2,7	Diário	0,75 dm ⁻³
20	0	0	0,6	2,7	Alternado	0,75 dm ⁻³

¹Número de tratamentos para cada arranjo entre doses de polímeros de condutividade elétrica da água de irrigação = $2^k + 2k + 1$ (k = 2, n° de fatores) .∴ $2^2 + 2 \times 2 + 1 = 9$;

²Contrastes estabelecidos conforme a matriz central de box;

³ $\alpha = \sqrt{k}$.

Tabela 2. Resumo das análises de variância, regressão e contrastes para as variáveis diâmetro do caule ao nível do solo (DNS), altura (ALT), número de folhas (NF), área foliar (AF) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de mudas de pinha aos 120 dias após a semeadura sob os efeitos da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai), de polímero hidroabsorvente (P), frequência de irrigação (F) e volume de recipiente.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio				
		CE	DNS	ALT	NF	IQD
Bloco	3	0,9423**	1,0090**	12,1181 ^{ns}	3,6468 ^{ns}	0,0181*
Tratamento	(19)	0,7834**	1,4811**	98,4471**	18,2326**	0,0288**
Frequência (F)	1	0,1741 ^{ns}	6,3452**	397,2676**	92,0649**	0,0234*
Fatorial ¹ x F	8	0,3314 ^{ns}	0,0758 ^{ns}	21,7434*	2,0378 ^{ns}	0,0055 ^{ns}
Resíduo	57	0,2072	0,1328	9,0327	1,8358	0,0055
CV (%)		16,18	8,15	13,97	12,53	31,25
Média		2,76 dS m ⁻¹	4,47 mm	21,52 cm	10,82	0,24
Regressão ²						
P-L	1	0,0230 ^{ns}	-	-	-	-
P-Q	1	0,8460*	-	-	-	-
CEai-L	1	0,1772**	-	-	-	-
CEai-Q	1	0,0330 ^{ns}	-	-	-	-
P-L x CEai-L	1	0,0072 ^{ns}	-	-	-	-
Regressão ³ / Irrigação Diária						
P-L	1	-	0,0278 ^{ns}	5,5641 ^{ns}	0,0225 ^{ns}	0,0000 ^{ns}
P-Q	1	-	0,0343 ^{ns}	7,4526 ^{ns}	4,5625 ^{ns}	0,0059 ^{ns}
CEai-L	1	-	10,7664**	889,1070**	103,1627**	0,2983**
CEai-Q	1	-	0,2333 ^{ns}	15,2106 ^{ns}	6,3144 [†]	0,0015 ^{ns}
P-L x CEai-L	1	-	0,0713 ^{ns}	2,0754 ^{ns}	0,0986 ^{ns}	0,0005 ^{ns}
Regressão ³ / Irrigação Alternada						
P-L	1	-	0,0091 ^{ns}	0,2474 ^{ns}	0,0025 ^{ns}	0,0015 ^{ns}
P-Q	1	-	0,0007 ^{ns}	19,7635 ^{ns}	4,7977 ^{ns}	0,0000 ^{ns}
CEai-L	1	-	5,9833**	181,8127**	34,1364**	0,1005**
CEai-Q	1	-	0,0652 ^{ns}	41,7601*	5,7092 [†]	0,0017 ^{ns}
P-L x CEai-L	1	-	0,0652 ^{ns}	0,0064 ^{ns}	0,9597 ^{ns}	0,0065 ^{ns}
Contrastes ⁴						
Y1	1	0,8065 ^{ns}	0,8337*	29,0703 ^{ns}	14,0009**	0,0381*
Y2	1	0,0025 ^{ns}	1,2807**	74,5217**	29,3889**	0,0087 ^{ns}

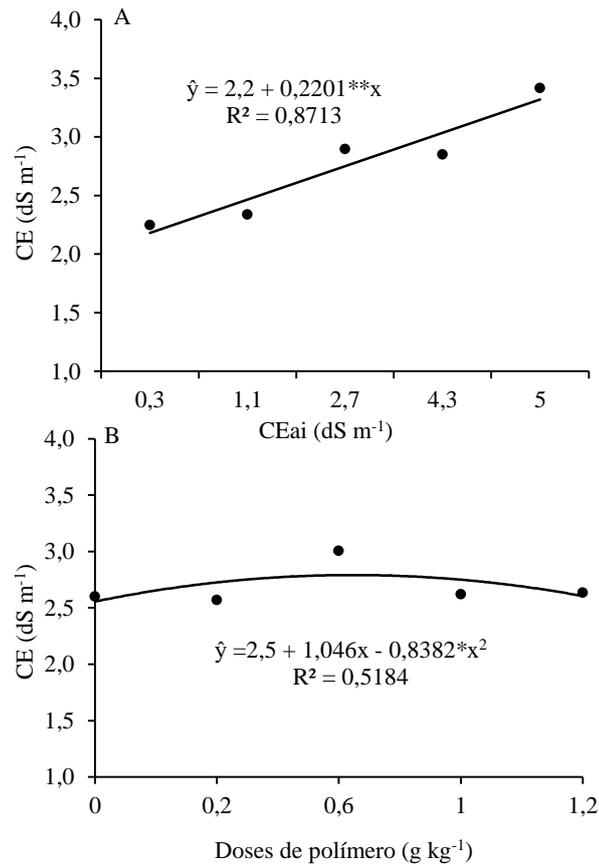
¹ Refere-se as combinações entre os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e as doses de polímero hidroabsorvente, utilizando o composto central de Box;

² Ausência de efeito da frequência de irrigação;

³ Considerando o efeito da frequência de irrigação;

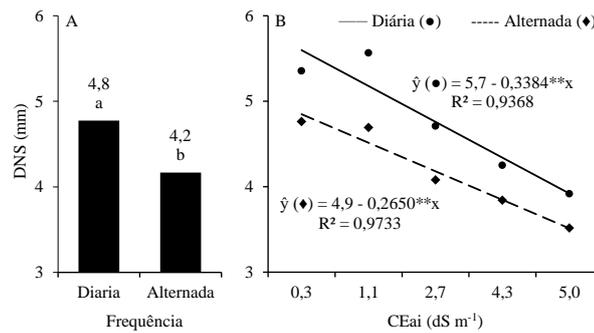
⁴ Efeito do volume do recipiente ($Z \text{ dm}^{-3} \times Z \text{ dm}^{-3}$) nas frequências de irrigação diária (Y1) e alternada (Y2);

^{ns}, [†], * e **: não significativo e significativo a 10%, 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.



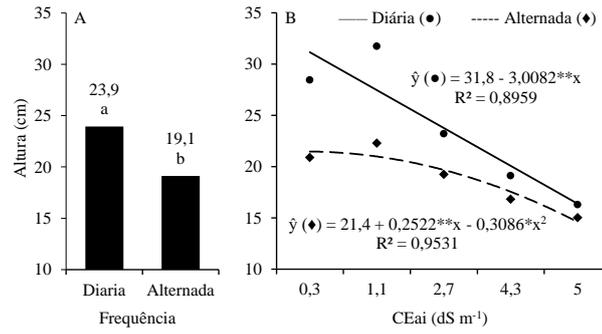
* e **: significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Figura 1. Condutividade elétrica do extrato da saturação do solo em função dos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (A) e sob doses de polímero hidroabsorvente, na produção de mudas de pinha.



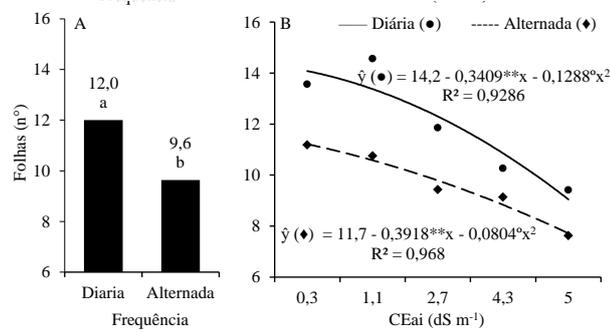
°, * e **: significativo a 10%, 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Figura 2. Valores do diâmetro do caule da muda de pinheira, em função do manejo de irrigação (A) e condutividade elétrica da água de irrigação (B).



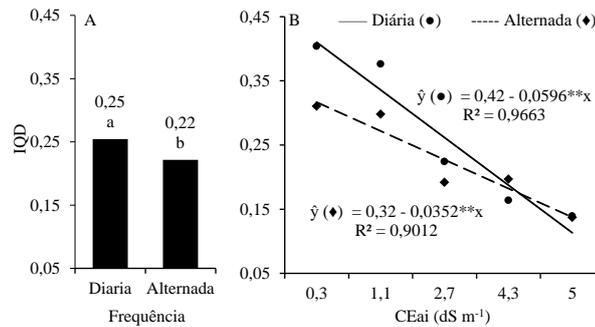
°, * e **: significativo a 10%, 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Figura 3. Valores da Altura (cm) da muda de pinheira, em função do manejo de irrigação (A) e condutividade elétrica da água de irrigação (B).



°, * e **: significativo a 10%, 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Figura 4. Quantidade de folhas de muda de pinheira, em função do manejo de irrigação (A) e condutividade elétrica da água de irrigação (B).



°, * e **: significativo a 10%, 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Figura 5. Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de muda de pinheira, em função do manejo de irrigação (A) e condutividade elétrica da água de irrigação (B)