

BALANÇO DE SAIS E CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE PINHEIRA (*Annona squamosa* L.) SOB SUBSTRATOS IRRIGADOS COM ÁGUA SALINA

**FRANCISCO VANIES DA SILVA SÁ¹; MARCOS ERIC BARBOSA BRITO²;
ILKELAN BEZERRA FERREIRA³; PEDRO ANTÔNIO NETO³; LUDERLÂNDIO DE
ANDRADE SILVA³ E FRANCISCLEUDO BEZERRA DA COSTA²**

¹ Eng. Agrônomo, Mestrando em Manejo de Solo e Água, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, RN. E-mail: vanies_agronomia@hotmail.com

² Eng. Agrônomo, Doutor, Professor da Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, PB. E-mail: marcoseric@ccta.ufcg.edu.br; franciscleudo@yahoo.com.br

³ Graduando em Agronomia, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, PB. E-mail: kelanb.ferreira@hotmail.com; pedroantonioufcg@gmail.com; luderlandioandrade@gmail.com

1 RESUMO

A salinidade da água e do solo são problemas que mais concorrem para redução no crescimento e rendimento das culturas, notadamente em regiões áridas e semiáridas, observando-se na identificação de estratégias de manejo, uma alternativa para os sistemas de produção. Assim, objetivou-se avaliar o uso de dois substratos na fase de formação de mudas de pinheira sob irrigação com águas salinizadas. O experimento foi realizado em casa de vegetação no município de Pombal, PB, Brasil, no período de maio a julho de 2011, sob delineamento experimental de blocos casualizados, com tratamentos distribuídos em esquema fatorial (5x2), sendo cinco níveis de salinidade da água (NS= 0,3; 1,2; 2,4; 3,6; 4,8 dS m⁻¹) e dois substratos (S) (S1= 50% de solo + 25% de esterco bovino + 25% de areia; S2= 40% de solo + 40% de esterco bovino + 20% de areia), repetido em três blocos, totalizando trinta parcelas experimentais, sendo cada uma constituída por 10 plantas. O experimento foi conduzido durante 45 dias após a semeadura, quando foram avaliadas as características químicas do solo, a emergência e o crescimento inicial das plantas. A irrigação com água salina aumentou a salinidade do substrato, sendo está menos intensa no substrato 2. As altas concentrações de sais na água de irrigação inibem a emergência, o crescimento e o ganho de biomassa das plântulas de pinheira. As plantas de pinheira alcançaram o melhor desenvolvimento quando cultivadas no substrato 2. A salinidade da água de irrigação até 1,2 dSm⁻¹ não compromete a formação de mudas de pinheira.

Palavras-chave: estresse salino, formação de mudas, matéria orgânica.

**SÁ, F.V.S.; BRITO, M.E.B.; FERREIRA, I.B.; ANTÔNIO NETO, P.; SILVA, L.A.;
COSTA, F.B**

**SALT BALANCE AND INITIAL GROWTH OF CUSTARD APPLE UNDER
SUBSTRATES IRRIGATED WITH SALINE WATER**

2 ABSTRACT

Water and soil salinity are the major pitfalls which contribute to reduction in growth and crop yield, especially in arid and semiarid regions. Identification of management strategies is an alternative tool for the crop system. Thus, the objective of this study was to evaluate the use of two substrates in the seedling stage of custard apple under irrigation with saline water. The experiment was carried out in a greenhouse in the municipality of Pombal, PB, Brazil, from May to July 2011, using randomized blocks and treatments in a factorial design (5 x 2) with five levels of water salinity (0.3; 1.2; 2.4; 3.6 and 4.8 dS m⁻¹). Two substrates (S) (S1 = 50% soil + 25% manure + 25% sand; S2 = 40% soil + 40% manure + 20% sand) repeated in three blocks were used, amounting to 30 plots with 10 plants each. The experiment was conducted for 45 days after sowing, and then, chemical characteristics of the soil solution, emergence and initial growth of plants were evaluated. Irrigation with saline water increased substrate salinity, which was lower in the substrate 2. High concentrations of salts in the irrigation water inhibited emergence, growth and gain of biomass of custard apple seedlings. Plants of custard apple achieved their best development when cultivated in the substrate 2 containing 40% soil, 40% manure and 20% sand. Salinity of irrigation water up to 1.2 dSm⁻¹ did not compromise seedling growth of custard apple.

Keywords: *Annona squamosa* L., salt stress, seedling production, organic matter.

3 INTRODUÇÃO

A pinheira (*Annona squamosa* L.) pertence à família Anonáceae, sendo conhecida, também, como ata ou fruta-do-conde, é uma pequena árvore frutífera com folhas decíduas e muitos ramos laterais. A pinheira apresenta distribuição em várias regiões do mundo, contudo o Brasil e a Índia se destacam como as regiões com maior área plantada (COELHO et al., 2012).

São significativos e crescentes os resultados das cotações da comercialização das frutas de pinheira no Brasil, fato devido à sua excelente aceitação comercial, haja vista que quase a totalidade da produção da pinha destina-se ao mercado interno nos grandes centros consumidores da fruta (ARAUJO; LEONEL; PEREIRA NETO, 2008).

Para a ampliação da produção de pinha, é necessário à expansão e criação de novos pomares da fruta, o que necessitará de mudas de alta qualidade. De acordo com Minami (2000), o substrato é um componente de suma importância na produção vegetal, com isso deve possuir todos os nutrientes necessários às plantas, de modo a favorecer o seu crescimento inicial. Haja vista que pinheira é considerada exigente em nutrientes, principalmente em nitrogênio e potássio (SILVA; SILVA, 1997), diante disto é importante se atentar a qualidade química do substrato. Dantas et al. (2013) verificaram que a mistura de solo e esterco bovino promovem resultados satisfatórios na formação de mudas de pinheira.

Apesar da boa adaptação da pinheira ao nordeste brasileiro, observa-se que nesta região há limitação nos recursos hídricos, notadamente em seu semiárido, envolvendo aspectos quantitativos e qualitativos, principalmente no que diz respeito à presença de sais nestes recursos (MEDEIROS et al., 2003). No entanto, a demanda crescente por produtos agrícolas torna necessária a utilização de águas de qualidade inferior, a exemplo de águas salinas. Todavia, o uso dessas águas elevam os teores de sais na solução do solo, principalmente os teores de sódio, que exercem efeitos negativos sob as plantas, promovendo

alterações de natureza iônica, osmótica, nutricional e hormonal (FLOWERS; FLOWERS, 2005; TAIZ; ZEIGER, 2013), trazendo prejuízos ao desenvolvimento das plantas através da inibição de germinação, emergência, crescimento e acúmulo de biomassa (AYERS; WESTCOT, 1999).

Deve-se salientar, ainda, que o efeito da salinidade da água nas culturas é variável entre espécies (AYERS; WESTCOT, 1999; BRITO et al., 2014), sendo importante a identificação de materiais com potencial tolerância. Diante disso, pesquisas vêm sendo feitas utilizando água salinas para o cultivo na região nordeste, como na gravioleira umas das frutíferas de importância comercial do gênero *Annona* (NOBRE et al., 2003; TÁVORA, LIMA e HERNANDEZ, 2004), além de outras frutíferas como nos citros (BRITO et al., 2014) e na goiabeira (CAVALCANTE et al., 2010), ressaltando a importância de estudar outras fruteiras como a pinheira, já que são escassos os estudos envolvendo uso de águas salinas no cultivo dessa fruteira.

Além do uso de materiais com potencial de tolerância, é preciso fazer mão de estratégias de manejo de solo e água, a exemplo do manejo de adubos orgânicos e minerais junto ao manejo da irrigação, de modo a diminuir aumento da concentração de sais no solo, e seus efeitos negativos sob as plantas. Diante disso objetivou-se avaliar dois substratos na formação de mudas de pinheira quando irrigadas com águas salinizadas.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA, da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizado no município de Pombal, Paraíba, PB, situado à 6°47'20" de latitude S e 37°48'01" de longitude W, e altitude média de 184 m, no período de 25 de maio a 10 de julho de 2011.

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com os tratamentos distribuídos no esquema fatorial (5x2), relativos à cinco níveis de salinidade da água de irrigação (NS= 0,3; 1,2; 2,4; 3,6; 4,8 dS m⁻¹) e dois substratos (S) (S1= 50% de solo + 25% de esterco bovino + 25% de areia; S2= 40% de solo + 40% de esterco bovino + 20% de areia), repetidos em três blocos, totalizando trinta parcelas, compostas por 10 plantas cada.

Para a formação de mudas, foram utilizadas bandejas de isopor de 200 cédulas, onde cada cédula continha uma capacidade de 25 ml de substrato. Os substratos foram compostos por diferentes frações de terra vegetal, areia e esterco bovino curtido, sendo as características químicas dispostas na Tabela 1. A semeadura foi feita na razão de uma semente por cédula, resultando em 10 sementes por parcela, sendo estas previamente submersas em ácido acético a 4% (vinagre) durante 15 minutos, visando realizar assepsia.

Tabela 1. Características químicas do substrato usado na formação de mudas de pinheira sob irrigação com água salina. Pombal, PB, 2015.

	C.E dS m ⁻¹	pH CaCl ₂	P mg dm ⁻³	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	SB	T	MO g kg ⁻³
	-----cmol _c dm ⁻³ -----											
Solo	0,06	6,55	11	0,51	3,55	3,15	0,29	0,00	0,66	7,21	7,87	9
Esterco	4,26	7,75	264,0	14,64	5,70	11,90	6,18	0,00	0,00	38,42	38,42	385

P, K, Na: extrator Mehlich1; Al, Ca, Mg: extrator KCl 1,0 mol L⁻¹; SB=Ca+2+Mg+2+K++Na+; H + Al: Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol L⁻¹, pH 7,0; CTC=SB+H++Al+3; M.O.: Digestão Úmida Walkley-Black; PST= Percentagem de Sódio Trocável.

As irrigações foram realizadas duas vezes ao dia, de modo a deixar o solo com umidade próxima à capacidade de campo, baseando-se no método da lisimetria de drenagem, sendo a lâmina aplicada acrescida de uma fração de lixiviação de 20%.

As águas de irrigação foram preparadas acrescentando-se sais de NaCl, CaCl₂.2(H₂O) e MgCl₂.6(H₂O) na proporção de 7 x 2 x 1, respectivamente, à água de abastecimento, CE_a = 0,27 dSm⁻¹, proporção indicada por Audry e Suassuna (1995) e Medeiros (2003), por representar a composição média das águas nos Nordeste Brasileiro, até se obter o nível desejado de salinidade, a qual foi calibrada com uso de um condutivímetro de bancada, sendo a condutividade elétrica ajustada à temperatura de 25 °C, posteriormente armazenada em recipientes plásticos com capacidade para 60 litros de água.

O experimento foi conduzido durante 45 dias após o plantio (DAP), nos quais foram avaliados os dias para emergência (DPE), determinado a partir da contagem das plantas emergidas diariamente para aplicação da fórmula descrita em Lima et al. (2006) (Equação 1), dado em dias, percentagem de emergência (PE) (%), obtido pela relação entre o número de plantas emergidas e o número de sementes plantadas.

$$DPE = \frac{(N_1 G_1) + (N_2 G_2) + \dots + (N_n G_n)}{G_1 + G_2 + \dots + G_n} \quad \text{Eq. 1}$$

Onde: N1 = número de dias para a primeira contagem; G1 = número de plântulas emergidas na primeira contagem; N2 = número de dias para a segunda contagem; G2 = número de plântulas emergidas na segunda contagem; Nn = número de dias para a última contagem e Gn = número de plântulas emergidas na última contagem.

Nas variáveis de crescimento estudou-se: Altura de planta (AP) (cm), referente a distância entre o solo e o ápice caulinar das plantas, com uso de uma régua, diâmetro caulinar (DC) (mm), obtido com uso de um paquímetro digital a uma altura de 2 cm do solo; ainda, aos 45 dias após a semeadura, coletou-se as plantas, separando-se caule e folhas das raízes em sacolas de papel, as quais foram acondicionadas em estufa de circulação de ar à 65°C por 72 horas, obtendo-se, então, a massa seca da parte aérea (MSPA) (caule mais folhas) (g) e massa seca da raiz (MSR) (g), com o somatório destas massas, encontrou-se a massa seca total (MST) (g), ainda, estudou-se a relação raiz/parte aérea (RRPA) ao se dividir a MSR pela MSPA, sendo os resultados expressos em decimal.

Ao término do experimento, os substratos foram coletados e analisados quanto a salinidade, representada pelas seguintes variáveis; condutividade elétrica (CE_{ES}, dSm⁻¹), pH, Na⁺, Ca⁺² + Mg⁺², relação de absorção de sódio (RAS) (Eq. 2) e percentagem de sódio trocável (PST) (Eq. 3) da pasta de saturada segundo metodologia de Richards, (1954).

$$RAS = \frac{Na}{\sqrt{\frac{(Ca+Mg)}{2}}} \quad \text{Eq. 2}$$

$$PST = \frac{100 (0,01475RAS - 0,0126)}{1 (0,01475RAS - 0,0126)} \quad \text{Eq. 3}$$

As variáveis analisadas foram submetidas à análise de variância (teste F) e teste de Tukey até nível de 0,05 de probabilidade, além de serem submetidas à análise de regressão polinomial, utilizando-se do programa Sisvar (FERREIRA, 2011).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis relacionadas à salinidade do substrato foram influenciadas, significativamente, pela salinidade da água de irrigação (dS m^{-1}), notou-se, também, diferenças entre os substratos apenas quanto ao pH (Tabela 2), todavia, ao estudar a interação entre os fatores níveis de salinidade e substratos, verificou-se efeito significativo em todas as variáveis, exceto quanto ao pH (Tabela 2). Tais resultados possibilitam observar que a irrigação com água salina altera as características químicas do solo, porém variam conforme a composição do mesmo, como destacado por Silva Filho et al. (2000).

Tabela 2. Resumo da análise de variância e teste de comparação de médias das variáveis condutividade elétrica (CE_{es}), pH, teores de cálcio mais magnésio ($\text{Ca} + \text{Mg}^{+2}$), sódio (Na^+), relação de absorção de sódio (RAS) e percentagem de sódio trocável (PST) da pasta saturada de substratos (S) irrigados com água de diferentes níveis salinidade (NS) até os 45 dias após a semeadura. Pombal, PB, 2015.

FV	GL	QM					
		CE_{es} dSm^{-1}	pH	$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{+2}$ -----mmol-----	Na^+	RAS $\text{mmol}^{-0,5}$	PST %
S	1	0,2651 ^{NS}	0,0896**	12,0333 ^{NS}	2,9114 ^{NS}	0,0270 ^{NS}	0,0294 ^{NS}
NS	4	38,0981**	0,0563**	234,8000**	234,4382**	9,6092**	18,2678**
S x NS	4	0,7968**	0,0137 ^{NS}	35,7000**	11,7914**	0,3695*	0,6953*
BLOCO	2	0,0144 ^{NS}	0,0163 ^{NS}	0,8333 ^{NS}	1,0772 ^{NS}	0,0798 ^{NS}	0,1451 ^{NS}
ERRO	18	0,0804	0,0051	5,0926	1,8698	0,1136	0,2166
CV		5,32	0,85	7,18	10,11	3,34	13,27
MÉDIA		5,33	8,44	31,43	13,52	10,10	3,51
Médias							
S1		5,43 a	8,39b	32,07 a	13,83 a	3,37 a	3,54 a
S2		5,24 a	8,50 a	30,80 a	13,21 a	3,31 a	3,48 a

**= 1% de probabilidade, *= 5% de probabilidade; NS= não significativo; FV= Fontes de variação; GL= grau de liberdade; CV= coeficiente de variação. S1: substrato 1; S2: substrato 2.

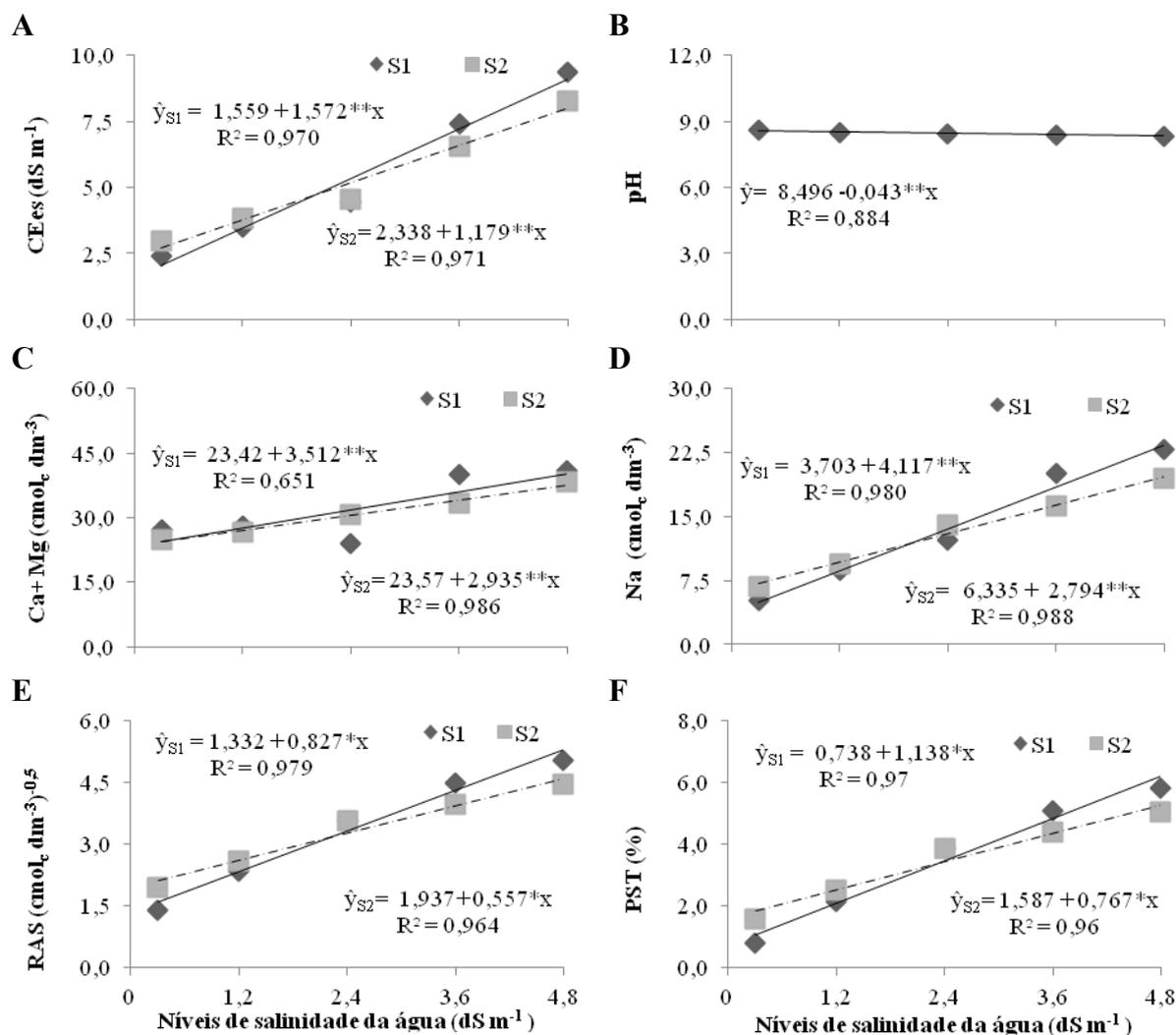
O uso de águas com diferentes níveis de salinidade promoveu alterações nas características químicas do solo, verificando-se aumento linear da condutividade elétrica, nos teores de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ e Na^+ , na relação de absorção de sódio (RAS) e na percentagem de sódio trocável (PST) (Figura 1), fazendo com que o substrato fosse classificado como salino, quando irrigado com águas de condutividade elétrica superiores a $1,6 \text{ dS m}^{-1}$, as quais elevaram a condutividade elétrica da solução do solo a valores superiores a $4,0 \text{ dS m}^{-1}$. Principalmente devido ao aumento dos teores de cálcio e magnésio no solo, haja vista que a PST permaneceu em valores inferiores a 7%, o que indica que o solo, apesar de salino, não apresenta caráter sódico, denotando a eficiência da lamina de lixiviação no manejo da sodicidade desses substratos, ou que o tempo de exposição dos substratos às águas tenha sido pequeno para o acúmulo de sódio em maior proporção.

Tais resultados demonstram que a utilização da lamina de lixiviação, associada às características dos substratos reduzem os impactos da salinidade quando irrigadas com água de até $1,6 \text{ dS m}^{-1}$, com maior ênfase da lamina de lixiviação sob o balanço de sódio nos substratos, haja vista a não caracterização destes como sódicos, possivelmente devido à

competitividade dos sais presente na água com as cargas do solo, favorecendo ao maiores teores de cálcio e magnésio, fato importante, considerando que o excesso de sais de sódio causa efeitos negativos sobre a produção agrícola e sobre a sustentabilidade de ecossistemas áridos e semiáridos (QADIR et al., 2007). Ademais, é comum se esperar que, mesmo usando uma fração de lixiviação de 20%, ocorra aumento na concentração de sais no substrato, pois, conforme descrito em Ayers e Westcot (1999), em solos de textura média, o uso desta fração pode gerar um fator de concentração de sais superior a 1,0, o que significa o aumento na concentração de sais.

Observou-se no substrato 1, o qual possui menor teor de matéria orgânica e maior teor de terra vegetal na sua composição, os maiores valores de CE_{es} , e teores de $Ca^{2+}+Mg^{2+}$ e de Na^+ , constatando-se, ainda, maiores RAS e PST, com o aumento dos níveis de salinidade da água de irrigação (Figura 1 A, C, D, E e F), verificando-se, ao se aumentar a CE_a em uma unidade, incremento de $1,57 \text{ dS m}^{-1}$ para condutividade elétrica do extrato de saturação, $3,51 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ para os teores de $Ca^{2+}+Mg^{2+}$, $4,12 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ para os teores de sódio, $0,83 (\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3})^{-0,5}$ para RAS e de 1,14% para PST (Figura 1 A, C, D, E e F, respectivamente).

Figura 1. Condutividade elétrica (CE_{es}) (A), pH (B), $Ca^{+2} + Mg^{+2}$ (C), Na^{+} (D), Relação de absorção de sódio (RAS) (E) e percentagem de sódio trocável (PST) (F) de substratos aos 45 dias após irrigação com água salina. Pombal, PB, 2015.



Ao estudar a interação salinidade da água de irrigação com os substratos, nota-se, no substrato 2 que possuía proporções equivalentes de matéria orgânica e terra vegetal, que os impactos salinidade foram inferiores aos do substrato 1, averiguando-se, com aumento em uma unidade na salinidade da água ($dS\ m^{-1}$), acréscimos de $1,18\ dS\ m^{-1}$ para CE_{es} , $2,93\ cmol_c\ dm^{-3}$ para $Ca+Mg^{+2}$, $2,79\ cmol_c\ dm^{-3}$ para Na^{+} , $0,56\ (cmol_c\ dm^{-3})^{-0,5}$ para RAS e $0,77\%$ para PST (Figura 1 A, C, D, E e F). Sendo assim, ao se comparar os valores relacionados aos incrementos com aumento unitário da salinidade da água entre os substratos 1 e 2, verifica-se uma redução no efeito de 24,8; 16,5; 32,3; 32,5 e 32,4%, para a CE_{es} , $Ca+Mg$, Na , RAS e PST, respectivamente, quando comparado os incrementos unitários obtidos no substrato 2 em relação ao substrato 1.

Tal resultado indica que o aumento no teor de matéria orgânica possibilitou ao substrato 2, características químicas melhores, mesmo com o aumento da salinidade da água. Deve-se salientar que a matéria orgânica tende a melhorar a estrutura do solo, sendo assim, melhorando o processo de floculação e formação de agregados, o que vem a garantir uma

melhoria, também, na velocidade de infiltração de água no solo, sendo assim, melhorando o processo de drenagem e lavagem de sais, já que estava sendo aplicada uma fração de lixiviação de 20%. Resultados semelhantes são observados por Sousa et al. (2008), ao estudarem substratos e biofertilizante na produção de mudas de maracujazeiro amarelo sob irrigação com água salina, que destacam que o acréscimo de matéria orgânica ao substrato reduz os efeitos da salinidade.

O pH do substrato foi reduzido linearmente com o aumento da salinidade da água de irrigação, com redução unitária de -0,043 unidades de pH (Figura 1B). O substrato 2 apresentou o maior valor de pH com 1,3% a mais que o substrato 1. Todavia, em ambas as situações o pH foi superior a 8,0, o que permite classificá-los como alcalinos.

Para a emergência, crescimento e formação de matéria seca das plantas, observou-se significância, ao nível de 0,01 de probabilidade, para os níveis de salinidade da água de irrigação (dS m^{-1}), com efeito isolado do substrato para o diâmetro caulinar (DC) e relação raiz parte aérea (RRPA) (Tabela 3). Ademais, verificou-se, em todas as variáveis de matéria seca exceto RRPA, efeito da interação entre a salinidade da água e o substrato (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo da análise de variância e teste de comparação de médias das variáveis dias para emergência (DPE), percentagem de emergência (PE) altura de planta (AP), diâmetro caulinar (DC), matéria seca da parte aérea (MSPA), Matéria seca da raiz (MSR), matéria seca total (MST) e relação raiz/parte aérea (RRPA) de mudas de pinheira em diferentes substratos e níveis salinidade da água de irrigação aos 45 dias após a semeadura. Pombal, PB, 2013.

FV	GL	QM							
		DPE (dias)	PE (%)	AT (cm)	DC (mm)	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)	RRPA -----
S	1	2,64 ^{NS}	0,50E ⁻³² ^{NS}	0,16 ^{NS}	0,14 ^{**}	0,0009 ^{NS}	0,0002 ^{NS}	0,0003 ^{NS}	0,0440 ^{**}
NS	4	490,06 ^{**}	0,23 ^{**}	5,14 ^{**}	0,64 ^{**}	0,0815 ^{**}	0,0360 ^{**}	0,2258 ^{**}	0,1858 ^{**}
S x NS	4	11,64 ^{NS}	0,17E ⁻² ^{NS}	0,11 ^{NS}	0,02 ^{NS}	0,0024 ^{**}	0,0008 ^{**}	0,0058 ^{**}	0,0104 ^{NS}
BLOCO	2	4,88 ^{NS}	0,93E ⁻² ^{NS}	0,03 ^{NS}	0,002 ^{NS}	0,0006 ^{NS}	0,0002 ^{NS}	0,0014 ^{NS}	0,0009 ^{NS}
ERRO	18	8,99	0,56E ⁻²	0,06	0,014	0,0003	0,0001	0,0006	0,0046
CV		15,70	20,45	6,63	5,23	8,96	8,23	8,00	7,90
MÉDIA		19,1033	0,3666	3,6214	2,2550	0,1753	0,1354	0,3107	0,8607
Médias									
S1		19,40 a	0,36 a	3,55 a	2,19b	0,17 a	0,14 a	0,31 a	0,90 a
S2		18,81 a	0,36 a	3,70 a	2,32 a	0,18 a	0,13 a	0,31 a	0,82b

**= 1% de probabilidade, *= 5% de probabilidade NS= não significativo; GL= grau de liberdade; CV= coeficiente de variação; S1= Substrato 1; S2= Substrato 2.

A diferenciação na percentagem de emergência, na velocidade de emergência e no crescimento vegetativo entre as plantas, quando irrigadas com águas salinizadas, pode estar relacionada ao teor de matéria orgânica no substrato, pois a matéria orgânica atua diretamente no movimento e retenção de água no solo, sabendo-se que a salinidade pode reduzir o potencial hídrico da água no solo, reduzindo a energia da água no solo, fazendo com que a planta tenha que realizar o ajustamento osmótico, além de provocar alterações hormonais e nutricionais (TAIZ; ZEIGER, 2013), já que o processo de germinação e crescimento depende, entre outros fatores, da absorção de água pelas sementes; com isso, o teor de matéria orgânica no solo, além de contribuir como fonte de nutrientes de planta, também pode favorecer a absorção de água pela planta.

Observou-se que salinidade da água de irrigação influenciou, significativamente, os dias para emergências das plântulas de pinheira, notando-se que o dados foram melhor

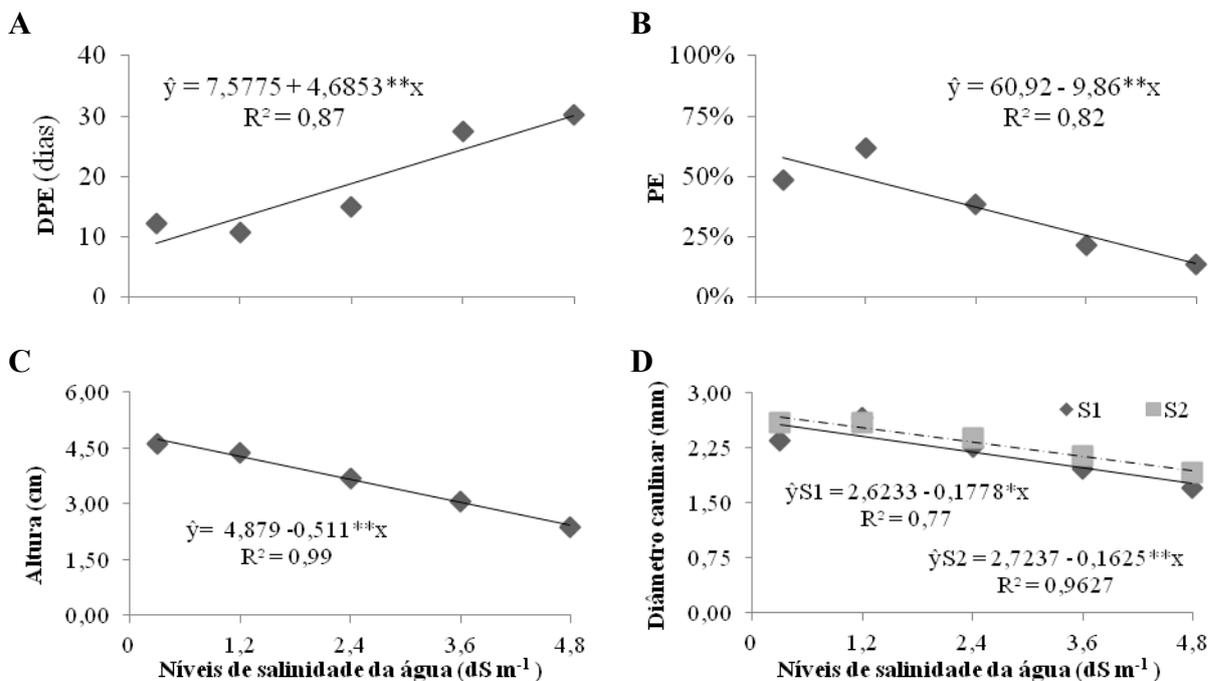
ajustados à equação linear quando em função dos níveis de salinidade da água, averiguando-se aumentos unitários de 4,7 dias para cada incremento em 1 dS m^{-1} na salinidade da água. Salienta-se, ainda, que até o nível de $1,2 \text{ dS m}^{-1}$ verificou-se resultados satisfatórios com a total emergência ocorrendo aos 13 dias em média (Figura 2A).

Para a percentagem de emergências das plântulas de pinheira foi observada comportamento linear decrescente em função dos níveis de salinidade da água de irrigação, com reduções de 9,8% na emergência de plântulas para cada aumento unitário na salinidade da água de irrigação. A maior percentagem de emergência foi verificada quando a irrigação foi realizada com água a $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ com 61% de emergência, independente do substrato utilizado, observando resultados satisfatórios até o nível de $1,2 \text{ dS m}^{-1}$ (49%) que foi inferior em 19,5% quando comparado ao nível de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$, corroborando com os resultados obtidos nos dias para emergência (Figura 2B).

Resultados semelhantes foram obtidos por Nobre et al. (2003) em porta enxertos de gravioleira, onde os maiores níveis de salinidade prolongaram os dias para a emergência das plantas, acredita-se que a dificuldade na absorção de água, em função da redução no potencial osmótico, ocasionado pela salinidade, tenha reduzido a absorção de água pela semente.

Diante do crescimento em altura das mudas de pinheira, observou-se reduções lineares, na ordem de $0,511 \text{ cm}$, com o aumento unitário dos níveis de salinidade da água de irrigação (Figura 2C). Considerando-se que o aumento da concentração de sais no solo acarreta prejuízos no desenvolvimento e crescimento das plantas (SÁ et al., 2013), principalmente quando essas concentrações têm o sódio como sal mais representativo, como observado nos substratos que receberam os maiores níveis de salinidade.

Figura 2. Dias para emergência (DPE) (A), Percentagem de emergência (PE) (B), Altura (AT) (C) e Diâmetro caulinar (DC) (D) de plantas de pinheira em função da salinidade da água e substratos aos 45 dias após semeadura. Pombal, PB, 2015.

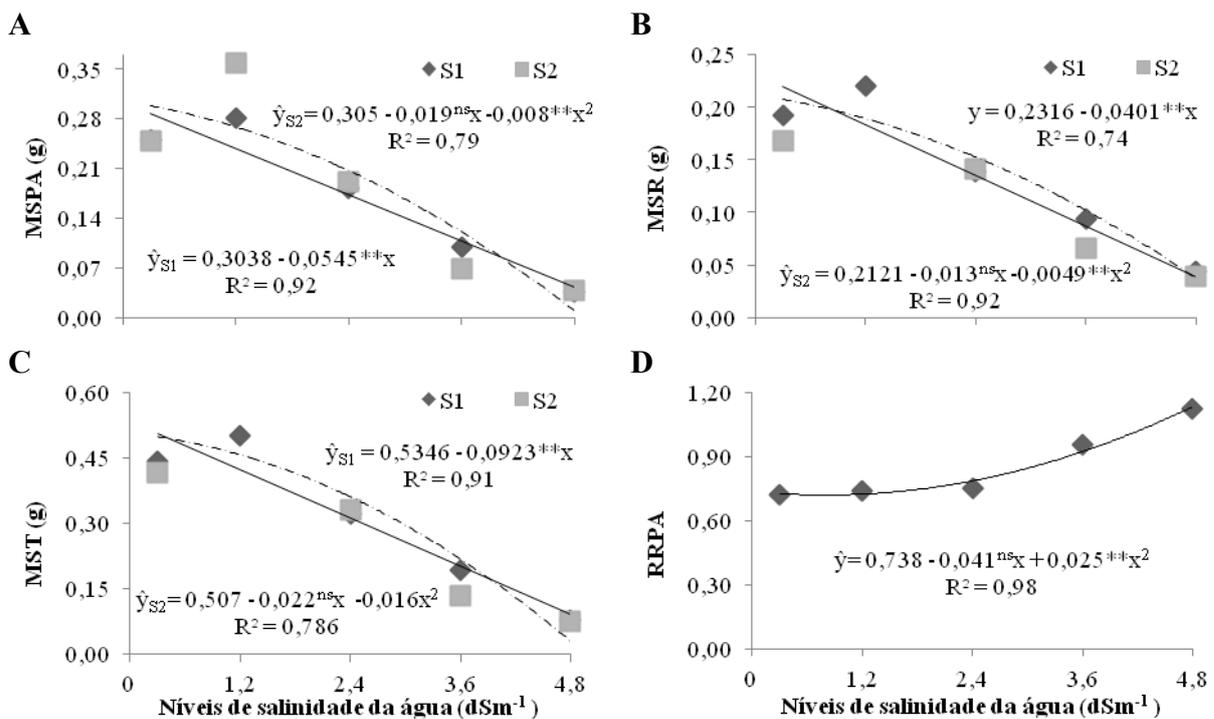


A redução no crescimento das plantas em função do aumento da salinidade da água também foi observada por Cavalcante et al. (2010) em goiabeira, estes autores ainda destacam

que a adição de matéria orgânica (biofertilizante) no substrato reduziu o efeito da salinidade no decréscimo do crescimento.

Foi verificado que a salinidade da água exerceu efeitos negativos sob a emergência e crescimento da pinheira, isso, de sobremaneira, se refletiu no ganho de biomassa pelas plantas (Figura 3). Sendo assim, considerando que a irrigação com água salina elevou a salinidade da solução do solo (Figura 1), pode-se inferir que houve alterações fisiológicas e nutricionais e, com isso, impactos no crescimento das plantas. Segundo Taiz e Zeiger (2013) as alterações fisiológicas e nutricionais podem ser relacionadas à competitividade de íons tóxicos com os nutrientes essenciais as plantas, a exemplo do nitrogênio e potássio, impedido a sua absorção acarretando desequilíbrio hormonal e osmótico. Sabendo-se que a presença de íons tóxicos em solos salinos ou em estado de salinização é abundante, haja vista o acúmulo de sais nos mesmos, principalmente os sais de Na^+ , pode ocasionar desequilíbrio nutricional (GARCIA et al., 2012) e modificações no potencial osmótico da planta (FLOWERS; FLOWERS, 2005).

Figura 3. Massa seca da parte aérea (MSPA) (A), massa seca das raízes (MSR) (B) e massa seca total (MST) (C) das plantas de pinheira em função da salinidade da água e substratos aos 45 dias após semeadura. Pombal, PB, 2015.



Nas plantas cultivadas sob o substrato 1, verificou-se comportamento linear decrescente em função do aumento da salinidade da água de irrigação para todas as variáveis de massa seca, averiguando-se reduções de 0,0545 g para a MSPA, 0,0049 g para a MSR e de 0,0923 g para MST das plantas de pinheira para cada aumento unitário na salinidade da água de irrigação (dS m^{-1}) (Figura 3 A, B e C). As reduções na massa seca das plantas com aumento da salinidade da água também foram observadas por Távora, Lima e Hernandez (2004), estudando a gravioleira, e por Gurgel et al. (2007) com a aceroleira, sendo estas reduções atribuídas aos efeitos osmóticos e iônicos ocasionados pela salinidade.

Quanto ao substrato 2, verificou-se comportamento quadrático do acúmulo de massa seca das plantas em função do aumento da salinidade, de modo que ao se avaliar os valores

médios, os melhores resultados foram obtidos nas plantas irrigadas com água de 1,2 dS m⁻¹, obtendo-se 0,36 g para MSPA, 0,25 g para MSR e 0,61 g para MST para o substrato 2, em média (Figura 3 A, B e C). O substrato dois se destacou chegando próximo aos 0,71 g obtidos por Wagner Junior et al., (2006), quando estudaram mudas de pinha cultivadas em substrato comercial Plantmax®. Denotando-se, com isso, que o aumento do teor de matéria orgânica no substrato exerce efeitos benéficos no crescimento das plantas sob condições de salinidade.

A relação raiz/parte aérea das plantas foi influenciada, significativamente, pelos fatores isolados (Tabela 3). Para aos níveis de salinidade da água de irrigação, verificou-se comportamento quadrático, com aumento da RRPA a partir do nível de 0,9 dS m⁻¹.

Esse resultado demonstra que a parte aérea das plantas de pinheira possui maior sensibilidade ao aumento da salinidade em relação ao sistema radicular, o que pode estar relacionada às limitações no processo fotossintético, além do aumento da superfície de contato do sistema radicular, que ajuda na absorção de íons específicos. Resultados semelhantes foram encontrados por Ferreira, Távora e Hernandez (2001) em goiabeira, onde os autores destacam que o aumento dos níveis de salinidade da água de irrigação também promove o aumento da RRPA das mudas, isso por sua vez, é tido como importante para otimizar o processo de absorção de água e nutrientes, já que a salinidade ocasiona estresses de natureza osmótica e iônica, limitando o crescimento e desenvolvimento das plantas.

Quanto aos substratos observou-se que o substrato promoveu os maiores índices de RRPA, sendo estes 9% superiores ao substrato 2, o que denota o baixo potencial de acúmulo de massa seca da parte aérea das plântulas de pinheira germinadas nesse substrato, de modo que o seu investimento está direcionado ao crescimento do sistema radicular, possivelmente devido a necessidade de maior exploração do meio em busca de água e nutrientes.

6 CONCLUSÕES

A irrigação com água salina aumentou a salinidade do substrato, sendo esta menos intensa no substrato 2.

As altas concentrações de sais na água de irrigação inibe a emergência, o crescimento e a formação de fitomassa das plantas de pinheira.

As plantas de pinheira alcançaram o melhor desenvolvimento quando cultivadas no substrato 2 contendo 40% de solo, 40% de esterco bovino e 20% de areia.

A salinidade da água de irrigação de até 1,2 dS m⁻¹ pode ser usada no cultivo de mudas de pinheira, sem ocasionar danos no crescimento e desenvolvimento.

7 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J. F.; LEONEL, S.; PEREIRA NETO, J. Adubação organomineral e biofertilização líquida na produção de frutos de pinheira (*Annona squamosa* L.) no submedio São Francisco, Brasil. **Bioscience Journal**, v. 24, p. 48-57, 2008.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. 1999. **Qualidade da água na agricultura**. In: GHEYI, H.R.; MEDEIROS, J. L.; DAMASCENO, F. A. V. (Trad.). Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba. 153 p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29 Revisado).

- AUDRY, P.; SUASSUNA, J. **A Salinidade das águas disponíveis para a pequena irrigação no sertão nordestino**: caracterização, variação sazonal e limitações de uso. Recife: CNPq, 1995.128p.
- BRITO, M. E. B.; FERNANDES, P.D.; GHEYI, H.R.; MELO, A.S.; SOARES FILHO, W.S.; SANTOS, R.T. Sensibilidade à salinidade de híbridos trifoliados e outros porta-enxertos de citros. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 1, p. 17-27, 2014.
- CAVALCANTE, L. F.; VIEIRA, M. S.; SANTOS, A. F.; OLIVEIRA, W.M.; NASCIMENTO, J. A. M. Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar Paluma. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 1, p. 251-261, 2010.
- 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.
- DANTAS, G. F.; SILVA, W. L.; BARBOSA, M. A.; MESQUITA, E. F.; CAVALCANTE, L. F. Mudas de pinheira em substrato com diferentes volumes tratado com esterco bovino e biofertilizante. **Revista Agrarian**, v. 6, n. 20, p. 178-190, 2013.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FERREIRA, R. G., TÁVORA, F. J. A. F.; HERNANDEZ, F. F. F. Distribuição da matéria seca e composição química das raízes, caule e folhas de goiabeira submetida a estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 1, p. 79-88, 2001.
- FLOWERS, T. J.; FLOWERS, S. A. Why does salinity pose such a difficult problem for plant breeders? **Agricultural Water Management**, v. 78, n. 1, p. 15-24, 2005.
- GARCIA, G. O.; NAZÁRIO, A. A.; GONÇALVES, I. Z.; MADALÃO, J. C.; AMARAL, J. A. T. do. nutrição do cafeeiro Conilon irrigado com água salina. **Irriga**, v. 17, n. 1, p. 16-27, 2012.
- GURGEL, M. T.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; SANTOS, F. J. S.; BEZERRA, I. L. Uso de águas salinas na produção de mudas enxertadas de aceroleira. **Caatinga**, v. 20, n. 2, p. 16-23, 2007.
- MEDEIROS, J. F. DE; LISBOA, R. A.; OLIVEIRA, M.; SILVA JÚNIOR, M.J.; ALVES, L. P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n.3, p. 469-472, 2003.
- MINAMI, K. 2000. A pesquisa em substrato no Brasil. In: KÄMPF, A.N.; FERMINO, M.H. **Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Gênese: Porto Alegre, p.159-162.

NOBRE, R. G.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; SANTOS, F. J. S.; BEZERRA, I. L.; GURGEL, M. T. Germinação e formação de mudas enxertadas de gravioleira sob estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 12, p. 1365-1371, 2003.

QADIR, M.; OSTER, J. D.; SCHUBERT, S.; NOBLE, A. D.; Sahrawat, K. L. Phytoremediation of Sodic and Saline-Sodic Soils. **Advances in Agronomy**, v. 96, p. 197-247, 2007.

RICHARDS, L.A. 1954. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: United States Salinity Laboratory, (USDA. Agriculture Handbook, 60). 160p.

SÁ, F. V. S.; PEREIRA, F. H. F.; LACERDA, F. H. D.; SILVA, A. B. da. Crescimento inicial e acúmulo de massa seca de cultivares de mamoeiro submetidas à salinidade da água em cultivo hidropônico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, n.3, p.435-440, 2013.

SILVA FILHO, S. B.; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, F. A.; LIMA, E. M.; COSTA, J. R. M. Monitoramento da qualidade da água e acúmulo de sais no solo pela irrigação. **Irriga**, v.5, n.2, p.112-15, 2000.

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. (Ed.). **Anonáceas: produção e mercado (pinha, graviola, atemoia e cherimólia)**. Vitória da Conquista: DFZ/UESB, p.118-137, 1997.

SOUSA, G. B.; CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; NASCIMENTO, J. A. Salinidade do substrato contendo biofertilizante para formação de mudas de maracujazeiro irrigado com água salina. **Caatinga**, v. 21, n. 2, p. 172-180, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 5.ed. 2013. 918p.

TÁVORA, F. J. A. F.; LIMA, E. C. C.; HERNANDEZ, F. F. F. Composição mineral das raízes caules e folhas em plantas jovens de graviola submetidas a estresse salino. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 35, N.1, p. 44 – 51, 2004.

WAGNER JÚNIOR, A.; NERES, C. R. L.; NEGREIROS, J. R. S.; ALEXANDRE, R. S.; DINIZ, E. R.; PIMENTEL, L. D.; BRUCKNER, C. H. Substratos na formação de mudas de pinheira (*Annona Squamosa L.*). **Ceres**, Viçosa, v. 53,439-445, 2006.