



## Produção de mudas de mamoeiro irrigadas com água salina

**Francisco V. da S. Sá<sup>1</sup>, Marcos E. B. Brito<sup>1</sup>, Alberto S. de Melo<sup>2</sup>,  
Pedro Antônio Neto<sup>1</sup>, Pedro D. Fernandes<sup>2</sup> & Ilkelan B. Ferreira<sup>1</sup>**

### RESUMO

Diante da relevância socioeconômica e alimentar do mamoeiro para a região nordeste, onde naturalmente ocorrem águas com teores elevados de sais, notadamente no Semiárido, objetivou-se avaliar a emergência de plantas e o crescimento de duas cultivares de mamoeiro irrigadas com águas salinas. O experimento foi realizado em casa de vegetação do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande (CCTA-UFCEG), Campus Pombal, PB, no período de maio a julho de 2011, usando-se um delineamento experimental de blocos casualizados, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial  $4 \times 2$ , constituídos de quatro níveis de salinidade da água (1,2; 2,4; 3,6 e 4,8  $\text{dS m}^{-1}$ ) além de duas cultivares de mamoeiro (Sunrise Solo e Tainung-1) com três repetições, totalizando vinte e quatro parcelas experimentais. Avaliaram-se a emergência, o crescimento e o acúmulo de matéria seca das mudas. O aumento da salinidade da água de irrigação, mesmo se aplicando uma fração de lixiviação de 20%, elevou o teor de sais no substrato o qual foi superior à salinidade limiar da cultura ocasionando reduções na emergência, no crescimento e no acúmulo de matéria seca, sendo a cultivar Tainung-1 a mais sensível.

**Palavras-chave:** *Carica papaya* L., crescimento, estresse

## Production of papaya seedlings irrigated with saline water

### ABSTRACT

Due to the socioeconomic importance of papaya in northeast, area in which natural water contain high levels of salts, especially in its semi-arid region, the emergence and growth of two varieties of papaya seedlings irrigated with saline water was evaluated. The experiment was conducted in a greenhouse of Federal University of Campina Grande (UFCEG), Campus Pombal, PB, during the period from May to July of 2011, using a randomized block design, with treatments distributed in factorial scheme  $4 \times 2$ , consisting of four levels of water salinity (1.2, 2.4, 3.6, 4.8  $\text{dS m}^{-1}$ ) and two cultivars of papaya (Sunrise Solo and Tainung-1) with three replications, totaling twenty four plots. The emergence, growth and dry matter accumulation of seedlings was evaluated. The increasing salinity of irrigation water, even applied with a leaching fraction of 20%, increased the salt content in substrate above the threshold salinity of the crop, promoting reductions in the emergence, growth and dry matter accumulation, being the variety Tainung-1 more sensitive.

**Key words:** *Carica papaya* L., growth, stress

<sup>1</sup> UAGRA/UFCEG, Rua Jario Vieira Feitosa, 1770, Bairro dos Pereiros, CEP 58840-000, Pombal, PB. Fone: (83) 3431-4005. E-mail: vanies\_agronomia@hotmail.com; marcoseric@ccta.ufcg.edu.br; pedrovaqueiroufcg@hotmail.com; kelanb.ferreira@hotmail.com

<sup>2</sup> Departamento de Biologia/UEPB, Campus I, Rua das Baraúnas, 351, Bairro Universitário, CEP 58429-500, Campina Grande, PB. Fone: (83) 3344-5301. E-mail: alberto@uepb.edu.br; pedrodantasfernandes@gmail.com

## INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma planta de porte herbáceo, de clima tropical e subtropical, bem adaptada ao Nordeste brasileiro, com grande expressão na economia da região. Nesta região a cultura do mamoeiro contribui expressivamente nos aspectos econômicos e sociais, proporcionando empregos e renda, já que apresenta uma produção de 250.954 toneladas em uma população de 9.495.308 pés, gerando uma renda aproximada de 126,52 milhões de reais por ano, notadamente nos estados da Bahia e Rio Grande do Norte, principais produtores que, junto ao Espírito Santo, formam o grupo dos maiores exportadores do País (IBGE, 2012).

A cultura do mamoeiro apresenta grande importância na geração de empregos pois, de acordo com Lima et al. (2007) a cultura necessita de renovação dos pomares e há produção o ano inteiro, fazendo com que ocorra absorção de mão-de-obra durante todo o ano; esses autores destacam, ainda, a relevância de se usar mudas de qualidade para garantir o sucesso na produção.

Todavia, ao se tratar da região Nordeste tem-se que mais de 60% do seu território são ocupados por áreas com clima semiárido (Medeiros et al., 2012) caracterizado por haver baixas precipitações pluviométricas e altas taxas de evaporação ocasionando, naturalmente, um déficit hídrico, o que limita o crescimento e o desenvolvimento das culturas.

A escassez de recursos hídricos em regiões semiáridas envolve ainda aspectos qualitativos, sobretudo no que diz respeito à presença de sais na água em açudes, lagos e poços (Medeiros et al., 2003).

A água salina tem dificultado a atividade agrícola uma vez que, na maioria dos casos, afeta o desenvolvimento das plantas em virtude de sua concentração na solução do solo. Seu efeito da salinidade está relacionado à diminuição do potencial osmótico, reduzindo a disponibilidade de água para os vegetais; ao efeito tóxico de íons específicos, como os íons de NaCl (Richards, 1954; Flowers & Flowers, 2005) e ao efeito de natureza nutricional, sendo este mais marcante que o efeito osmótico, segundo Epstein & Bloom (2006).

A redução no crescimento e no desenvolvimento ocasionada pelo uso de águas salinas já pôde ser observada por pesquisadores em algumas fruteiras, como citam Ferreira Neto et al. (2007) cultivando o coqueiro; Sousa et al. (2011) na cultura cajueiro; Gurgel et al. (2007) para a aceroleira e Sousa et al. (2008) estudando o maracujazeiro; todavia e conforme Ayers & Westcot (1999) o efeito da salinidade da água é variável entre espécies, entre genótipos e mesmo em uma espécie, entre fases de desenvolvimento da mesma, o que permite dizer que a identificação de materiais tolerantes pode ser uma alternativa ao uso de águas salinas aumentando a disponibilidade hídrica na região semiárida.

Para identificação de materiais tolerantes é interessante iniciar com estudos na fase de formação de mudas sendo que, para o mamoeiro, segundo Trindade (2000) esta é uma fase de grande importância tornando-se imprescindível o aperfeiçoamento das técnicas de produção já que o crescimento inicial das mudas tem relação direta com a precocidade e produção de frutos.

De acordo com Cavalcante et al. (2010a) as informações sobre a formação de mudas e crescimento inicial do mamoeiro cultivado sob condições irrigadas são escassas nas condições do semiárido nordestino acrescentando-se que o cultivo irrigado na zona semiárida brasileira apresenta riscos devido ao aumento da concentração de sais no solo em virtude da irrigação com águas salinas durante o período de maior demanda atmosférica, trazendo prejuízos ao crescimento das plantas (Ayers & Westcot, 1999).

Deste modo, objetivou-se avaliar a emergência de plantas e o crescimento de duas cultivares de mamoeiro, irrigadas com águas salinas em condições de clima Semiárido da Paraíba.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande (CCTA-UFPG), Campus de Pombal, PB, no período de maio a julho de 2011.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados em esquema fatorial (4 x 2); quatro concentrações de sais na água de irrigação foram estudadas em base de condutividade elétrica da água (CEa) (NS = 1,2; 2,4; 3,6 e 4,8 dS m<sup>-1</sup>) em duas cultivares (C) de mamoeiro (C1 - Sunrise solo e C2 - Tainung-1) com três repetições, com o total de vinte e quatro parcelas; cada parcela foi composta de seis plantas.

O cultivo foi realizado em tubetes de polietileno com capacidade de 0,3 dm<sup>3</sup>, lavados com hipoclorito de sódio a 10%, contendo substrato composto por uma mistura de terra vegetal, areia e esterco bovino curtido, na proporção de 2 x 1 x 1, respectivamente, cujas características químicas estão descritas na Tabela 1. A semeadura foi realizada na razão de três sementes por tubete, realizando-se o raleio quando as plantas estavam com duas folhas definitivas mantendo-se apenas uma planta em cada recipiente.

As irrigações foram realizadas duas vezes ao dia de modo a deixar o solo com umidade próxima à capacidade máxima de retenção, com base 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 à água de abastecimento, CE<sub>a</sub> = 0,27 dS m<sup>-1</sup>, de NaCl, CaCl<sub>2</sub>(H<sub>2</sub>O) e MgCl<sub>2</sub>.6(H<sub>2</sub>O) na proporção de 7 x 2 x 1, respectivamente, proporção indicada por Audry & Suassuna

**Tabela 1.** Características químicas do substrato usado na produção de mudas de mamoeiro sob irrigação com água salina

CE	pH	P	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup>	SB	T	MO
dS m <sup>-1</sup>	CaCl <sub>2</sub>	mg dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>								
0,06	6,55	11	0,51	3,55	3,15	0,29	0,00	0,66	7,21	7,87	9

P, K, Na - Extrator Mehlich1; Al, Ca, Mg - Extrator KCl 1,0 mol L<sup>-1</sup>; SB = Ca + 2 + Mg + 2 + K + Na+; H + Al - Extrator acetato de cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup>, pH 7,0; CTC = SB + H + Al + 3; MO - Digestão úmida Walkley-Black; PST - Percentagem de sódio trocável

(1995), por representar a composição média das águas nos Nordeste Brasileiro, até se obter o nível desejado de salinidade, que foi calibrada com uso de um condutivímetro de bancada, sendo a condutividade elétrica ajustada a 25 °C.

O experimento foi conduzido durante 45 dias após a semeadura (DAS); nos primeiros 30 DAS foram avaliadas as variáveis de emergência: dias para emergência (DPE) utilizando-se a fórmula descrita em Lima et al. (2006) (Eq. 1) e a percentagem de emergência (PE), com a relação entre o número de sementes germinadas pelo total de sementes acondicionadas em cada recipiente.

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

em que:

- $N_1$  - número de dias para a primeira contagem
- $G_1$  - número de plântulas emergidas na primeira contagem
- $N_2$  - número de dias para a segunda contagem
- $G_2$  - número de plântulas emergidas na segunda contagem
- $N_n$  - número de dias para a última contagem
- $G_n$  - número de plântulas emergidas na última contagem

Aos 30 DAS foi realizado o desbaste deixando-se apenas uma planta por tubete, que foi conduzida por mais 15 dias, totalizando 45 DAS, tempo em que as mudas estavam aptas ao transplante.

Foram avaliadas, no final do experimento, as variáveis: altura de planta (AP) (cm), medida com uso de uma régua graduada, pela distância entre o solo e o ápice das plantas; diâmetro de caule (DC) (mm), medido com uso de um paquímetro digital no colo das plantas; número de folhas (NF), a partir da contagem das folhas maduras; área foliar (AF) (cm<sup>2</sup>), estimada utilizando-se equação disposta em Coelho et al. (2010) a partir da medição da largura da folha (L) tal como descrito na Eq. 2.

$$AF = 0,0947 L^{2,7352} \quad (2)$$

em que:

- AF - área foliar, cm<sup>2</sup>
- L - largura da folha, cm

Obtiveram-se, ainda, a massa seca da parte aérea (MSPA) (g), massa seca da raiz (MSR) (g), massa seca total (MST) (g), a partir da coleta do material, particionamento e acondicionamento em estufa de circulação de ar, a 65 °C, para secagem do material que, após 72 h, foi pesado em balança analítica.

De posse desses dados foi possível mensurar a relação raiz/parte aérea (RRPA), por meio do cociente entre a massa seca da raiz e a massa seca da parte aérea; e a razão da área foliar (RAFA), pela relação entre a área foliar e a massa seca da parte aérea, descrita na Eq. 3.

$$RAF = \frac{AF}{MSPA} \quad (3)$$

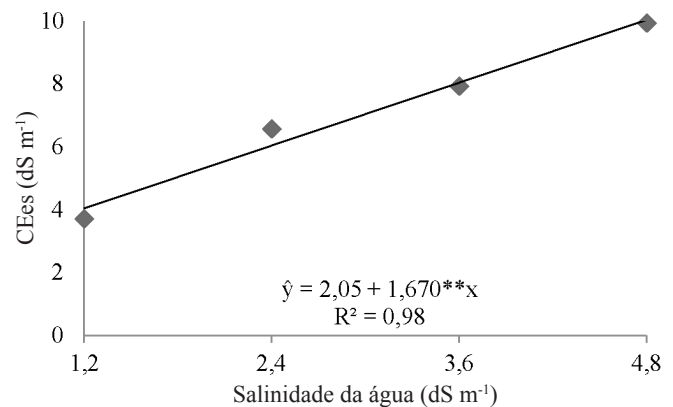
onde:

- RAF - razão da área foliar, cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>

AF - área foliar, cm<sup>2</sup>

MSPA - massa seca da parte aérea, g

Para averiguar a concentração de sais no substrato procedeu-se, ao final do experimento, à análise da condutividade elétrica no extrato de saturação cujos dados foram apresentados na Figura 1, na qual se pôde verificar que o aumento em uma unidade de concentração de sais na água de irrigação (1 dS m<sup>-1</sup>) mesmo com a fração de lixiviação de 20%, proporcionou um aumento de 1,67 dS m<sup>-1</sup> na condutividade elétrica no extrato de saturação, partindo-se do nível de 2,05 dS m<sup>-1</sup>.



**Figura 1.** Condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) do substrato ao final do experimento em função da salinidade da água com as plantas de mamoeiro

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste F) sendo que, ao haver efeito significativo para o fator salinidade da água de irrigação (NS) realizou-se a análise de regressão polinomial. Quando houve diferenças entre as cultivares procedeu-se ao teste de Tukey a 0,05 de probabilidade utilizando-se o programa estatístico Sisvar 4.0 (Ferreira, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As emergências das plantas de mamoeiro das cultivares dos grupos ‘Havaí’ e ‘Formosa’ foram influenciadas significativamente a nível de 0,01 de probabilidade, pela salinidade da água de irrigação (dS m<sup>-1</sup>) ocorrendo, também, diferenças entre as cultivares (Tabela 2). Ressalta-se ainda efeito da interação entre a salinidade da água e as cultivares quanto às variáveis DPE e PE (Tabela 2). Tal fato confirma que o efeito da salinidade é diferenciado entre espécies e em uma mesma espécie entre genótipos, assim como é destacado por Ayers & Westcot (1999) e também corroborado com Fernandes et al. (2011) estudando genótipos de citros sob estresse salino na fase de produção de mudas.

A diferenciação na percentagem de emergência e no índice de velocidade de emergência entre os genótipos quando irrigados com água salina, pode estar relacionada à ocorrência de mecanismos de tolerância das plantas haja vista 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 (Taiz & Zeiger, 2009) uma vez que o processo de germinação depende, dentre

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para as variáveis dias para emergência (DPE) (dias) e percentagem de emergência (PE) (%) das cultivares de mamoeiro (C) em diferentes níveis salinidade da água de irrigação (NS) até os 30 dias após a semeadura

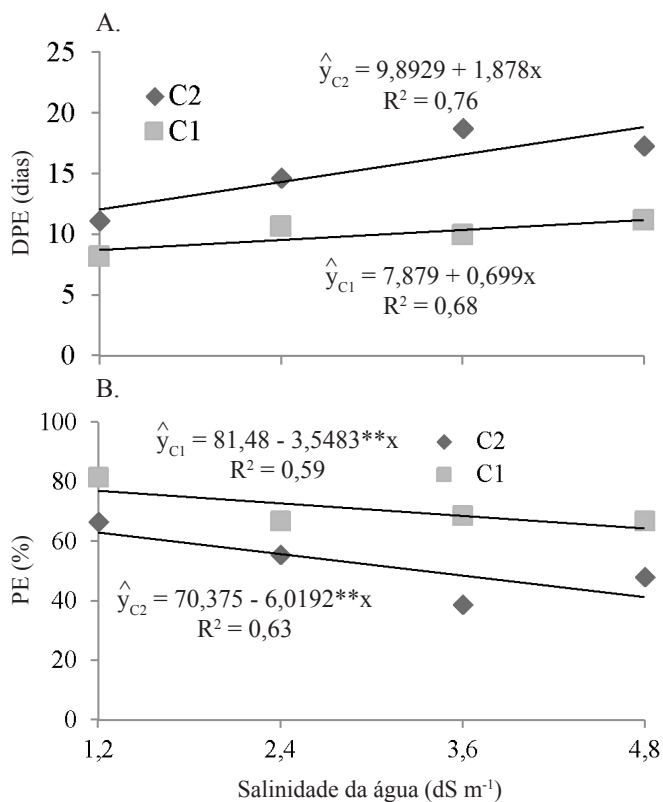
FV	GL	Quadrado médio (QM)	
		DPE	PE
NS	3	28,81**	471,54**
C	1	180,79**	2057,61**
NSxC	3	9,81**	96,02**
Bloco	2	8,77 <sup>ns</sup>	86,16 <sup>ns</sup>
Erro	14	2,15	40,60
CV		11,53	10,35
Média		12,72	61,57

\*\* - 0,01 de probabilidade, <sup>ns</sup> Não significativo; GL - Grau de liberdade, CV - Coeficiente de variação

outros fatores, da absorção de águas pelas sementes para iniciar os processos bioquímicos.

O incremento dos níveis de salinidade prolongou o período para emergência das plantas posicionando-se a cultivar Tainung-1 como a mais prejudicada pelo aumento da salinidade da água de irrigação (Figura 2A) na qual se observou o incremento no tempo de 1,878 dias para germinação, com aumento unitário da salinidade da água enquanto na cultivar do grupo Solo ocorreu um aumento em 0,699 dia para germinar, com o mesmo aumento unitário na salinidade da água.

Um aspecto interessante é que o efeito da salinidade nas variáveis de emergência foi diferenciado entre as cultivares.



**Figura 2.** Dias para emergência (DPE) (A) e percentagem de emergência (PE) (B) das cultivares de mamoeiro (C1: Sunrise Solo; C2: Tainung-1) até os 30 dias após semeadura em função da salinidade da água de irrigação

Cardoso et al. (2009) não confirmaram, estudando a qualidade fisiológica das sementes de trinta genótipos de *Carica papaya*, sendo metade pertencente ao grupo Solo e a outra metade ao grupo Formosa, diferença significativa entre os materiais, o que demonstra a similaridade entre os grupos quanto aos índices relativos à emergência e divergindo do resultado obtido neste trabalho. Destacam-se, ainda, resultados superiores na cultivar Sunrise Solo (C1) mesmo exposta a salinidade, aos encontrados por Cardoso et al. (2009) no menor nível de salinidade (1,2 dS m<sup>-1</sup>) demonstrando sua qualidade fisiológica.

Ilustrando a coerência dos resultados, verificam-se maiores valores médios, quanto à percentagem de emergência (%), na cultivar Sunrise Solo (C1) em todos os níveis de salinidade da água de irrigação verificando-se, também, menor redução na germinação com aumento na salinidade da água, constatando uma redução em 3,55 e 6,02% na percentagem de emergência com aumento unitário da salinidade da água (dS m<sup>-1</sup>), para as cultivares Sunrise Solo e Tainung-01, respectivamente, tomando-se por base o menor nível de salinidade da água (Figura 2B).

Salienta-se que, neste aspecto, o aumento da salinidade pode trazer prejuízos significativos notadamente para a cultivar Tainung-1 (C2) que, além de ter maior redução na percentagem de germinação, possui sementes com maior valor de mercado; com consequente redução na percentagem de germinação implica em aumentar o número de sementes por recipiente, a fim de garantir o maior número de plantas viáveis.

Referido decréscimo também foi registrado por Cavalcante et al. (2010a) quando estudaram níveis e fontes de salinidade na cultivar de mamoeiro Havai. Todavia, os valores relacionados à percentagem de emergência foram semelhantes aos encontrados por Tokuhisa et al. (2007) que obtiveram entre 2 e 87% de germinação na busca de melhores procedimentos para superação de quebra de dormência de sementes de mamoeiro. Neste trabalho se obtiveram os melhores resultados com a cultivar Sunrise Solo (C1) quando se aplicou água com condutividade de 1,2 dS m<sup>-1</sup>, com 81,48% de germinação.

Para as variáveis de crescimento o efeito foi significativo a 0,01 de probabilidade da salinidade da água em todas as variáveis estudadas verificando-se, no entanto, diferenciação entre as cultivares apenas para o diâmetro de caule (Tabela 3). Tais resultados são semelhantes aos obtidos por Cavalcante et al. (2010a) que verificaram significância estatística quanto ao efeito dos níveis de salinidade da água de irrigação em todas as variáveis do crescimento vegetativo e na condutividade elétrica do estrato de saturação do substrato, trabalhando com fontes e níveis de salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. Sunrise Solo.

O diâmetro caulinar das mudas sofreu interferência da salinidade da água da irrigação proporcionando redução de 0,12 mm no diâmetro a cada aumento em uma unidade de concentração (dS m<sup>-1</sup>) na salinidade da água para ambas as cultivares (Figura 3A) verificando-se, ainda, na cultivar Sunrise solo (C1), o maior crescimento em diâmetro (Tabela 3). Este é um fator muito importante a ser avaliado na produção de mudas com águas salinas, como relatado por Melo et al. (2007) que, estudando mudas de mamoeiro em diferentes substratos e doses de fósforo, observaram que o diâmetro do caule e a altura da planta são as variáveis que

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância e teste de comparação de médias das variáveis diâmetro de caule (DC) (mm), altura de planta (AP) (cm), número de folhas (NF), área foliar (AF) (cm<sup>2</sup>) e razão da área foliar RAF das mudas de cultivares de mamoeiro em diferentes níveis de salinidade da água de irrigação aos 45 dias após a semeadura

Fonte de variação	GL	Quadrado médio			
		DC	AP	NF	AF
NS	3	2,94**	51,40**	19,45**	352,788028**
C	1	1,07**	2,18 <sup>NS</sup>	0,26 <sup>NS</sup>	0,004672 <sup>NS</sup>
NSxC	3	0,07 <sup>NS</sup>	0,67 <sup>NS</sup>	0,20 <sup>NS</sup>	1,879945 <sup>NS</sup>
Bloco	2	0,04 <sup>NS</sup>	0,61 <sup>NS</sup>	0,82 <sup>NS</sup>	0,702481 <sup>NS</sup>
Erro	14	0,14	0,67	0,35	1,854022
CV		10,44	10,30	8,24	12,85
Média		3,58	7,95	7,15	10,5876024
Teste de médias					
C1		3,786667 a	7,653333 a	7,083333 a	10,573650 a
C2		3,365000 b	8,255833 a	7,250000 a	10,601555 a

\*\*0,01 de probabilidade, <sup>NS</sup>Não significativo; GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação

mais concorrem pela formação de fitomassa; desta maneira, plantas com maiores diâmetro tendem a possuir maior qualidade e resistência para serem introduzidas em campo.

Reduções no diâmetro do caule com aumento da concentração de sais a água também foram registrados por Cavalcante et al. (2010a) para o mamoeiro, e por Sousa et al. (2011) na cultura do cajueiro, quando trabalharam com salinidade na germinação e crescimento inicial das mudas dessas espécies frutíferas.

O crescimento em altura das mudas de mamoeiro foi uma das variáveis mais influenciadas pelo aumento dos níveis de salinidade da água de irrigação, em que as plantas sofreram reduções de 29,4, 49,2 e 54,2% para os níveis de 2,4, 3,6 e 4,8 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente, quando comparados ao nível de 1,2 dS m<sup>-1</sup>, que não superou os 15 cm nos primeiros 45 dias após a semeadura (Figura 3B). Ao se considerar que a altura ideal de mudas para o transplântio do mamoeiro, em campo, está entre 15 e 20 cm, sendo necessários aproximadamente 50 dias para a produção, desde que sejam dadas as condições adequadas (Costa et al., 2010), observa-se haver sensibilidade das cultivares à água salina concentrada com sais de cloreto de sódio, cálcio e magnésio pois, mesmo no menor nível de salinidade da água, a condutividade elétrica no extrato de saturação esteve próximo

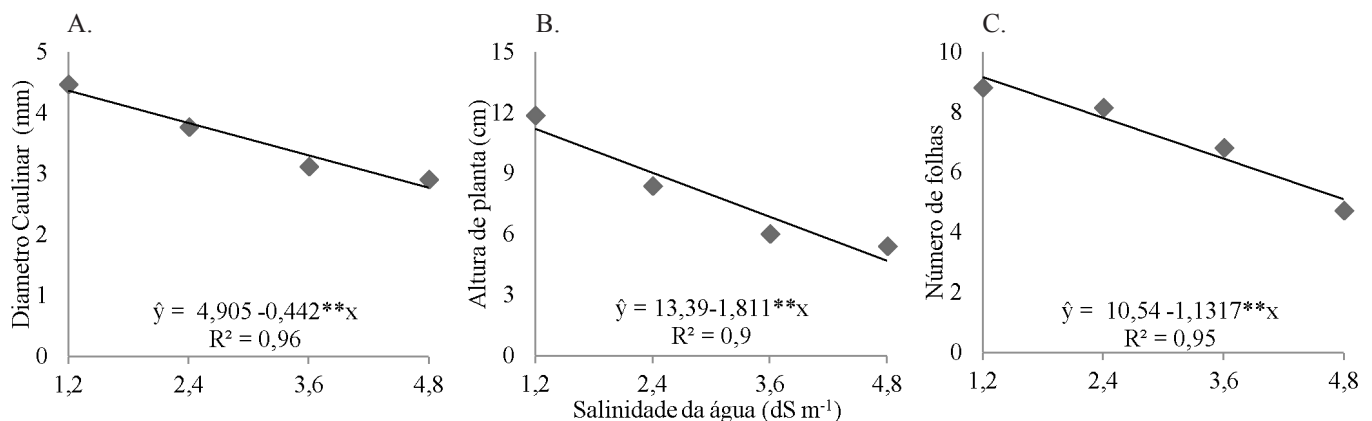
a 4,0 dS m<sup>-1</sup> (Figura 1), valor superior à salinidade limiar da cultura, como descrito em Ayers & Westcot (1999). Resultados semelhantes foram observados por Cavalcante et al. (2010a) na cultura do mamoeiro.

O número de folhas das cultivares foi reduzido com o incremento na condutividade elétrica da água de irrigação, sendo o pior resultado obtido no nível de 4,8 dS m<sup>-1</sup>, com uma redução de 46,2%, quando comparado com o nível de 1,2 dS m<sup>-1</sup> (Figura 3C); tal redução foi observada também por Gurgel et al. (2007) quando estudaram plantas de aceroleira irrigadas com água salina sendo o resultado atribuído ao dispêndio de energia para realização do ajustamento osmótico, inibindo o crescimento em número de folhas.

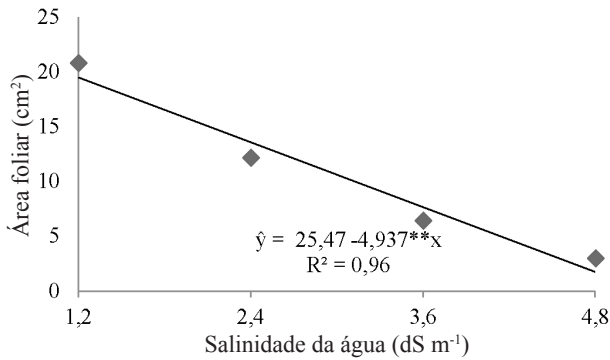
O número de folhas das cultivares sob estresse salino variou entre 4 e 10 folhas obtendo-se, no menor nível, cerca de 9 folhas (Figura 3C); esses resultados são próximos aos obtidos por Mendonça et al. (2006) destacando-se uma média de 8,86 folhas por plantas de mamoeiro adubadas com 10 kg m<sup>-3</sup> de superfosfato simples não irrigadas com água salina porém inferiores aos observados por Melo et al. (2007), os quais obtiveram valores entre 10 e 13 folhas por planta aos 60 DAS estudando as plantas em diferentes substratos e níveis de adubação fosfatada sob irrigação com água não salina.

Dentre as variáveis de crescimento a área foliar foi a mais afetada pelo aumento da salinidade da água de irrigação fato relacionado tanto com a redução na expansão foliar quanto à diminuição na formação de folhas pelo estresse salino (Figura 4); não foi verificada queda prematura de folhas sendo a redução na ordem de 25,25% com aumento unitário na salinidade da água de irrigação com base no menor nível de salinidade da água.

Pode-se inferir que a redução da área foliar é um mecanismo de defesa da planta, a qual está diretamente relacionada às trocas gasosas, notadamente ao processo de absorção de CO<sub>2</sub> e perda de água por transpiração, no intuito de realizar o ajustamento osmótico. Portanto, esta pode ser a variável mais importante para estudos de plantas de mamoeiro, permitindo detectar plantas tolerantes à salinidade, tal como observado por Cavalcante et al. (2010b) estudando a cultura da goiabeira sob irrigação com águas salinas e esterco bovino líquido.



**Figura 3.** Diâmetro caulinar (A), altura de planta (B) e número de folhas (C) das plantas de mamoeiro em função da salinidade da água de irrigação aos 45 dias após semeadura



**Figura 4.** Área foliar das plantas de mamoeiro em função da salinidade da água de irrigação aos 45 dias após semeadura

Nas variáveis relacionadas à fitomassa das plantas houve efeito significativo a 0,01 de probabilidade conforme teste F, dos níveis de salinidade da água de irrigação para todas as variáveis não ocorrendo, contudo, diferença entre as cultivares; o efeito da interação dos fatores foi verificado apenas para a relação raiz/parte aérea (RRPA) (Tabela 4). Resultados semelhantes obtiveram Cruz et al. (2006) em plântulas de maracujazeiro irrigadas com água salina.

De maneira geral, o aumento da salinidade da água proporcionou redução na formação de massa seca na parte aérea (Figura 5A), no sistema radicular (Figura 5B), e total (Figura 5C) verificando-se um decréscimo de 23,76, 19,12 e 22,06%, respectivamente, para aquelas variáveis, por aumento unitário na salinidade da água. Desta maneira, pode-se dizer

que o maior efeito da salinidade está relacionado à parte aérea, como observado por Brito et al. (2008) estudando genótipos de porta-enxertos de citros sob irrigação com água salina.

Acrescenta-se que a menor formação de fitomassa na parte aérea com aumento da salinidade da água pode estar relacionada diretamente com a área foliar pois esta foi a variável mais afetada pela salinidade e por ser a fonte de formação de fotoassimilados.

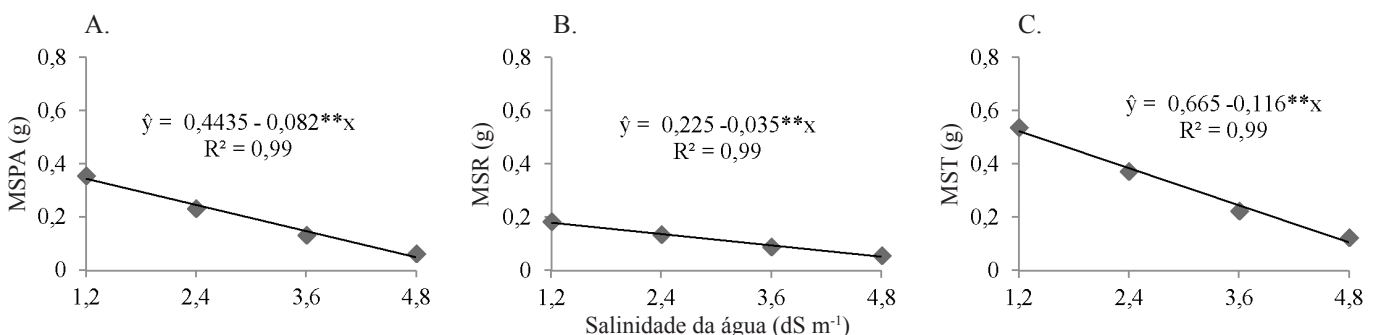
Verifica-se que a formação de fitomassa no sistema radicular foi a menos afetada entre as variáveis relacionadas à matéria seca embora se entenda que esta redução pode estar relacionada a mecanismos de defesa da planta, como a redução da absorção de íons tóxicos permitindo que a planta resista mais tempo ao estresse salino. Acredita-se que o estresse salino tenha ocasionado redução no turgor celular diminuindo o processo de crescimento, o qual depende da divisão e da expansão celular, como é descrito por Taiz & Zeiger (2009); este processo não foi mais intenso porque o sistema radicular estava restrito a um recipiente. Resposta semelhante quanto à redução na formação de fitomassa foi obtida por Cruz et al. (2006) estudando a cultura do maracujazeiro; entretanto, os autores notaram maior redução relativa na formação de massa no caule, fato que ocorreu com maior intensidade neste trabalho, na formação das folhas, o que pode ser relacionado à diferença característica de cada espécie, como descrito por Ayers & Westcot (1999).

Salienta-se que o estresse salino pode provocar desequilíbrio nutricional e fisiológico com influência direta na conversão de carbono assimilado pelas plantas e promovendo reduções no crescimento e no acúmulo de biomassa das culturas (Taiz

**Tabela 4.** Resumo da análise de variância das variáveis matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca das raízes (MSR), matéria seca total (MST), razão de área foliar (RFA) e relação raiz/parte aérea (RRPA) de mudas das cultivares (C) de mamoeiro em diferentes níveis de salinidade (NS) da água de irrigação aos 45 dias após a semeadura

Fonte de variação	GL	Quadrado médio				
		MSPA	MSR	MST	RAF	RRPA
NS	3	0,09831 **	0,018558**	0,195358**	254,4**	0,109073**
C	1	0,00005 <sup>NS</sup>	0,000005 <sup>NS</sup>	0,00000017 <sup>NS</sup>	1,05 <sup>NS</sup>	0,018024 <sup>NS</sup>
NSxC	3	0,00089 <sup>NS</sup>	0,000073 <sup>NS</sup>	0,000930 <sup>NS</sup>	9,79 <sup>NS</sup>	0,060345**
Bloco	2	0,00016 <sup>NS</sup>	0,000275 <sup>NS</sup>	0,000491 <sup>NS</sup>	11,83 <sup>NS</sup>	0,005327 <sup>NS</sup>
Erro	14	0,00076	0,000086	0,000926	10,88	0,007769
CV		14,0100	7,86	9,58	6,58	13,37
Média		0,19745	0,1181250	0,3178333	50,15	0,6592384
Média						
C1		0,1993 a	0,117667 a	0,317750 a	49,943023 a	0,631834 a
C2		0,2000 a	0,118583 a	0,317917 a	50,360759 a	0,686643 a

\*\*0,01 de probabilidade, <sup>NS</sup>Não significativo; GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação



**Figura 5.** Massa seca da parte aérea (MSPA) (A), massa seca das raízes (MSR) (B) e massa seca total (MST) (C) das plantas de mamoeiro em função da salinidade da água aos 45 dias após semeadura

& Zeiger, 2009) como observado também na massa seca total das plantas, nesta pesquisa (Figura 5C), relatado por Távora et al. (2004) em plantas de gravioleira, por Cavalcante et al. (2010a), com o mamoeiro e por Fernandes et al. (2011) em porta-enxertos de citros.

A razão da área foliar representa a área foliar por unidade de massa produzida na parte aérea da planta indicando a eficiência na formação de matéria seca pela área foliar fotossinteticamente ativa; desta maneira, observa-se que a salinidade da água comprometeu a eficiência das folhas na formação de compostos orgânicos uma vez que, conforme pode ser verificado na Figura 6A, houve redução linear na ordem de 7,2%, fato que ocorreu de maneira semelhante entre as cultivares de vez que não houve diferenças entre essas. Nota-se, ainda, que os resultados foram superiores aos encontrados por Lima et al. (2007) ao estudar o comportamento de plantas da cultivar Tainung-1, em casa de vegetação.

Fazendo alusão à área foliar e à formação de matéria seca da parte aérea, componentes da razão da área foliar verifica-se que, em ambas, a redução foi mais expressiva (25,25 e 23,76%) com aumento unitário da salinidade da água que o observado na variável RAF, a qual foi na ordem de 7,2%, fato que pode estar relacionado à necessidade de aumento na eficiência da formação de fotoassimilados pelas folhas, podendo ter ocorrido seu espessamento para diminuir a transpiração e o aumento da fotossíntese líquida.

É interessante verificar que a única variável de crescimento em que houve interação significativa foi a relação raiz parte aérea (RRPA) embora não ocorresse diferença entre as

cultivares isoladamente havendo, em ambas, aumento na relação com o incremento na concentração de sais na água; entretanto, de maneira mais expressiva na 'Sunrise Solo' (C1), onde se nota uma RRPA maior no maior nível de salinidade, próximo a 1,0 (Figura 6B) este aumento da RRPA foi notado também em plantas de goiabeira quando submetidas a estresse salino, por Ferreira et al. (2001).

O aumento da relação raiz/parte aérea é tido como uma reação da planta ao estresse, seja aumentando a formação de fitomassa das raízes de modo a explorar um volume maior de solo para melhorar a absorção de água e nutrientes ou diminuindo o acúmulo de matéria seca na parte aérea, o que vem possibilitar redução na área de transpiração acreditando-se ter ocorrido esta última situação neste trabalho, sobretudo porque houve redução na área foliar das plantas.

## CONCLUSÕES

1. O aumento da salinidade da água de irrigação proporcionou concentração de sais no substrato superior à da salinidade limiar da cultura.

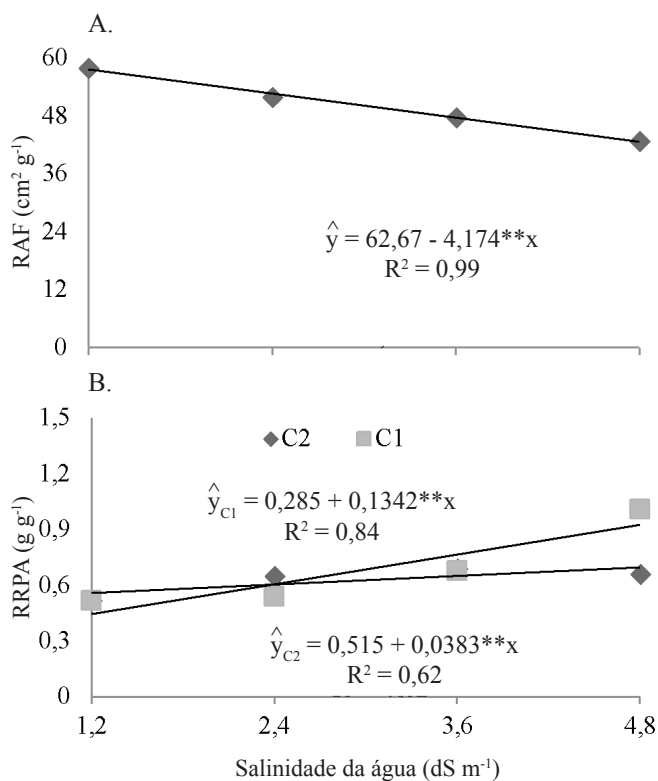
2. O processo de emergência das plântulas é inibido em quantidade e em tempo pela salinidade da água, sendo a cultivar Tainung-1 a mais sensível.

3. O crescimento das variedades é inibido pelo aumento da salinidade da água e no substrato, não havendo diferenciação entre elas.

4. A variável que melhor expressa o efeito da salinidade em mamoeiro é a área foliar, por haver maior redução com aumento unitário da salinidade.

## LITERATURA CITADA

- Audry, P.; Suassuna, J. A. A qualidade da água na irrigação do trópico semi-árido um estudo de caso. In: Seminário Franco-Brasileiro de Pequena Irrigação. Recife. Anais... Recife: CNPq, SUDENE, 1995. p.147-153.
- Ayers, R. S.; Westcot, D. W. Qualidade da água na agricultura. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29.
- Brito, M. E. B.; Fernandes, P. D.; Gheyi, H. R.; Melo, A. S. de; Cardoso, J. A. F.; Soares Filho, W. dos S. Sensibilidade de variedades e híbridos de citrange à salinidade na formação de porta-enxertos. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.3, p.343-353, 2008.
- Cardoso, D. L.; Silva R. F. da; Pereira, M. G.; Viana, A. P.; Araújo, E. F. Diversidade genética e parâmetros genéticos relacionados à qualidade fisiológica de sementes em germoplasma de mamoeiro. Revista Ceres, v.56, p.572-579, 2009.
- Cavalcante, L. F.; Cordeiro, J. C.; Nascimento, J. A. M. do; Cavalcante, I. H. L.; Dias, T. J. Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. Sunrise solo. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.31, p.1281-1290, 2010a.
- Cavalcante, L. F.; Vieira, M. da S.; Santos, A. F. dos; Oliveira, W. M. de; Nascimento, J. A. M. do. Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar Paluma. Revista Brasileira de Fruticultura, v.32, p.251-261, 2010b.



**Figura 6.** Razão de área foliar (RAF) (A) com a média das cultivares e relação raiz parte aérea (RRPA) (B) das cultivares de mamoeiro (C1: Sunrise Solo; C2: Tainung-1) em função da salinidade da água de irrigação aos 45 dias após semeadura

- Coelho, E. F.; Simões, W. L.; Lima, D. M. de. Crescimento e produtividade do mamoeiro cultivar Sunrise solo sob irrigação nos tabuleiros costeiros da Bahia. *Magistra*, v.22, p.96-102, 2010.
- Costa, E.; Leal, P. A. M.; Santos, L. C. R. dos; Vieira, L. C. R. Crescimento de mudas de mamoeiro conduzidas em diferentes ambientes protegidos, recipientes e substratos na região de Aquidauana, estado do Mato Grosso do Sul. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.32, p.463-470, 2010.
- Cruz, J. L.; Pelacani, C. R.; Coelho, E. F.; Caldas, R. C.; Almeida, A. Q. de; Queiroz, J. R. de. Influência da salinidade sobre o crescimento, absorção e distribuição de sódio, cloro e macronutrientes em plântulas de maracujazeiro-amarelo. *Bragantia*, v.65, p.275-284, 2006.
- Epstein, E.; Bloom, A. J. *Nutrição mineral de plantas: Princípios e perspectivas*. 2.ed. Londrina: Planta, 2006. 403p.
- Fernandes, P. D.; Brito, M. E. B.; Gheyi, H. R.; Soares Filho, W. S.; Melo, A. S. de; Carneiro, P. T. Crescimento de híbridos e variedades porta-enxerto de citros sob salinidade. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.33, p.259-267, 2011.
- Ferreira, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: *Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 2000, São Carlos. Anais...* São Carlos: UFSCar, 2000. p.255-258.
- Ferreira Neto, M.; Gheyi, H.R.; Fernandes, P. D.; Holanda, J. S. de; Blanco, F. F. Emissão foliar, relações iônicas e produção do coqueiro irrigado com água salina. *Ciência Rural*, v.37, p.1675-1681, 2007.
- 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, 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, p.15-24, 2005.
- Gurgel, M. T.; Fernandes, P. D.; Gheyi, H. R.; Santos, F. J. de S.; Bezerra, I. L. Uso de águas salinas na produção de mudas enxertadas de aceroleira. *Caatinga*, v.20, p.16-23, 2007.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Sidra - Produção Agrícola Municipal*, 2012. <http://www.sidra.ibge.gov.br>. 2 Jul. 2013.
- Lima, A. de A.; Caldas, R. C.; Santos, V. da S. Germinação e crescimento de espécies de maracujá. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.28, p.125-127, 2006.
- Lima, J. F. de; Peixoto, C. P.; Ledo, C. A. da S. Índices fisiológicos e crescimento inicial de mamoeiro (*Carica papaya* L.) em casa de vegetação. *Ciência e Agrotecnologia*, v.31, p.1358-1363, 2007.
- Medeiros, J. F. de; Lisboa, R. de A.; Oliveira, M. de; Silva Júnior, M. J. da; 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, p.469-472, 2003.
- Medeiros, S. S.; Cavalcante, A. M. B.; Marin, A. M. P.; Tinôco, L. B. M.; Salcedo, I. H.; Pinto, T. F. Sinopse do censo demográfico para o semiárido brasileiro. *Campina Grande: INSA*, 2012. 103p.
- Melo, A. S. de; Costa, C. X.; Brito, M. E. B.; Viégas, P. R. A.; Silva Júnior, C. D. Produção de mudas de mamoeiro em diferentes substratos e doses de fósforo. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.2, p.257-261, 2007.
- Mendonça, V.; Abreu, N. A. A. de; Gurgel, R. L. S.; Ferreira, E. A.; Orbes, M. Y.; Tosta, M. S. Crescimento de mudas de mamoeiro fomosa em substratos com utilização de composto orgânico e superfosfato simples. *Ciência e Agrotecnologia*, v.30, p.861-868, 2006.
- Richards, L. A. (ed.). *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. Washington: United States Salinity Laboratory, 1954, 160p. *USDA. Agriculture Handbook*, 60.
- Sousa, A. B. O. de; Bezerra, M. A.; Farias, F. C. Germinação e desenvolvimento inicial de clones de cajueiro comum sob irrigação com água salina. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, p.390-394, 2011.
- Sousa, G. B. de; Cavalcante, L. F.; Cavalcante, I. H. L.; Cavalcante, M. Z. B.; Nascimento, J. A. Salinidade do substrato contendo biofertilizante para formação de mudas de maracujazeiro irrigado com água salina. *Caatinga*, v.21, p.172-180, 2008.
- Taiz, L.; Zeiger, E. *Fisiologia vegetal*. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.
- Távora, F. J. A. F.; Lima, E. da C. C.; Hernandez, F. F. F. Composição mineral das raízes caules e folhas em plantas jovens de graviola submetidas a estresse salino. *Ciência Agrônômica*, v.35, p.44-51, 2004.
- Tokuhisa, D.; Dias, D. C. F. S.; Alvarenga, E. M.; Dias, L. A. S.; Marin, S. L. D. Tratamentos para superação da dormência em sementes de mamão. *Revista Brasileira de Sementes*, v.29, p.131-139, 2007.
- Trindade, A. V. Uso de esterco no desenvolvimento de mudas de mamoeiro colonizados com fungos micorrízicos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.35, p.1389-1394, 2000.