

Crescimento inicial do maracujazeiro amarelo irrigado com água salina em dois substratos ***Initial growth of yellow passion fruit irrigated with saline water at two different substrates***

Aureliano de Albuquerque Ribeiro¹ Marconi Seabra Filho² Francisco José Carvalho Moreira² Maria Cristina Martins Ribeiro de Souza²
Ademir Silva Menezes³

RESUMO – O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da salinidade da água de irrigação em dois substratos diferentes no crescimento inicial do maracujazeiro amarelo. O experimento foi conduzido em condições de laboratório e campo no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - IFCE, *Campus* de Sobral. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema de análise fatorial 5 x 2, referente aos efeitos da salinidade da água de irrigação (0,27; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5 dS m⁻¹) em esterco bovino + areia (S₁) e somente esterco bovino (S₂) com quatro repetições de 96 sementes, totalizando dez tratamentos. As variáveis analisadas foram: altura da planta, número de folhas, diâmetro do caule, área foliar, comprimento da raiz, massa seca da raiz e da parte aérea. De posse dos resultados, verificou-se que o estresse salino comprometeu o crescimento inicial do maracujazeiro. As plantas manejadas com esterco bovino + areia apresentaram maior resistência ao estresse salino.

Palavras-chave: qualidade da água, estresse salino, textura do substrato.

SUMMARY - The present study aimed to evaluate the effects of saline irrigation water on two different substrates on the growth of yellow passion fruit. The experiment was conducted under laboratory conditions and field at the Federal Institute of Education, Science and Technology - IFCE Campus Sobral. We used a randomized complete block design in scheme 5 x 2 factorial analysis, related to the effects of salinity of irrigation water (0.27, 1.5, 2.5, 3.5, 4.5 dS m⁻¹) in cattle manure + sand (S₁) and only manure (S₂) with four replications of 96 seeds, totaling ten treatments. The variables analyzed were: plant height, number of leaves, stem diameter, leaf area, root length, root dry mass and shoot. From the results, it was found that salt stress affected the growth of the initial passion. Plants managed with cattle manure + sand showed high resistance to salt stress.

Keywords: water quality, salinity stress, texture of the substrate.

INTRODUÇÃO

Nas regiões áridas e semiáridas do mundo, o excesso de sais no solo tem limitado a produção agrícola, principalmente, em áreas irrigadas. No Brasil, estas áreas estão localizadas principalmente no semiárido nordestino, onde 20 a 25% dos solos dessa região já se encontram salinizados (RIBEIRO et al., 2001).

O maracujazeiro amarelo é de elevada sensibilidade aos sais (AYERS & WESTCOT, 1999). Essa afirmativa está em coerência com Costa et al. (2005) e Sousa et al. (2006) após constatarem que a irrigação com água salina superior a 1,5 dS m⁻¹ inibe o processo germinativo, o

crescimento inicial pela altura, número de folhas, área foliar e produção de biomassa das raízes e parte aérea das plantas.

O efeito da salinidade da água de irrigação sobre a salinização dos solos está diretamente ligado à textura do solo utilizado. Sabe-se que solos de textura mais arenosa, com maior concentração de macroporos, apresenta maior capacidade de drenagem favorecendo, assim, que os sais sejam arrastados para as camadas mais profundas do perfil do solo. Para solos de textura mais argilosa, com predominância de microporos, devido a menor capacidade

¹Tecnólogo em Irrigação e drenagem do IFCE- Campus Sobral. Mestrando em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas, Bom Jesus, E-mail: alburibeiro@hotmail.com

² Prof. M.Sc. Dpto Recursos Naturais, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) Campus Sobral- CE, e-mail: marconi@ifce.edu.br; franze.moreira@ifce.edu.br; cristina2009@ifce.edu.br.

³ Graduando do curso de Tecnologia em Irrigação e Drenagem, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) Campus Sobral- CE. email: amenezes@gmail.com

de drenagem haverá maior risco de acúmulo de sais (FREIRE et al., 2003a, 2003b; SILVA et al., 2008a).

Cavalcante et al. (2009) avaliando o efeito de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação no crescimento inicial do maracujazeiro-amarelo, desenvolvido em substratos com diferentes texturas, concluíram que o aumento da salinidade da água inibiu o crescimento das plantas e comprometeu a qualidade das mudas de maracujazeiro em ambos os substratos, mas com maior intensidade no substrato mais argiloso.

Dado a relevância do assunto, o objetivo desse trabalho é avaliar os efeitos da salinidade da água de irrigação em dois substratos diferentes no crescimento inicial do maracujazeiro amarelo.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em duas etapas, ambas desenvolvidas no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE, Campus de Sobral, localizado na cidade de Sobral - CE, com coordenadas geográficas (03°40' S e 40°14' W). O clima da cidade é tropical quente semiárido com pluviometria média de 854 mm, temperatura média de 30 °C e a altitude de 70 metros.

A primeira etapa da pesquisa, denominada de Experimento I, foi realizada no Laboratório de Análises de Solos e Água para Irrigação e a segunda, denominada Experimento II, realizado em área experimental (Telado agrícola), ambos localizados no IFCE - Campus de Sobral.

O Experimento I consistiu em testes preliminares que possibilitaram a construção de curvas artificiais de salinidade, visando direcionar a aplicação da irrigação com os tratamentos a serem avaliados no segundo experimento. Para encontrar a relação entre a condutividade elétrica da solução (CEs) e os totais de sais dissolvidos, nas proporções desejadas, utilizou-se como

referência a equação proposta por Richards (1954), apresentada na equação (1):

$$C = CEs * 640 \quad (1)$$

Em que: C = concentração dos sais, mg L⁻¹; CEs = condutividade elétrica da solução, dS m⁻¹;

O Experimento II estudou os efeitos destes diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, (T1 = testemunha= 0,27; T2 = 1,5; T3 = 2,5; T4 = 3,5 e T5 = 4,5 dS m⁻¹) e de dois substratos sobre a germinação das sementes de maracujazeiro amarelo.

As sementes de maracujazeiro foram semeadas em bandejas de isopor de 128 células, utilizando-se dois substratos diferentes: esterco bovino + areia (S₁) na proporção (1:1) e somente esterco bovino (S₂), com teores de água próximo a capacidade de campo. Para manutenção dos substratos propícios a germinação, realizou-se a reposição periódica das soluções de água mediante uma irrigação diária com uma lâmina média de 200 ml por tratamento.

A semeadura foi feita no dia 21 de fevereiro de 2013, e a avaliação final da germinação deu-se no dia 19 de março. A avaliação da germinação deu-se por meio de contagens diárias, a partir do 4º dia após a semeadura, perdurando até o 26º dia de ensaio.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema de análise fatorial 5 x 2, referente aos efeitos da salinidade da água de irrigação (0,27; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5 dS m⁻¹) em esterco bovino + areia (S₁) e somente esterco bovino (S₂) com quatro repetições de 96 sementes, totalizando dez tratamentos. As características físicas e químicas dos substratos utilizados no experimento, encontram-se na Tabela 1. As análises foram determinadas conforme o Manual de Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado do Ceará (Fernandes, 1993).

Tabela 1. Análise física e química dos substratos utilizados no experimento. IFCE - Campus de Sobral. 2013.

Substrato*	pH	MO (%)	Na	Al	Ca	Mg	V	Al + H	CTC	PST (%)	CE (dSm ⁻¹)
S ₁	8,2	49,13	27,6	0	72	25	99	3,3	262,12	10,55	0,95
S ₂	8,0	124,13	25,7	0	65	68	90	3,0	285,42	9,8	1,65
Densidade (g kg ⁻³)			Areia			Silte			Argila		
-----g kg ⁻¹ -----											
S ₁		1,18		890			78			52	
S ₂		1,33		537			381			127	

*S₁- Esterco bovino + areia (1:1) e S₂- Esterco bovino. Laboratório de Análise de Solos e Água para Irrigação do IFCE- Campus de Sobral.

As variáveis analisadas foram: altura das plantas (AP), número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), área foliar (AF), comprimento da raiz (CR), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST=MSR + MSPA) e razão massa seca da raiz e da parte aérea (MSR/MSPA).

A altura das plantas foi determinada por meio de uma régua milimetrada. Para o número de folhas foram consideradas apenas as folhas ativas.

O diâmetro do caule foi realizado com um paquímetro digital da marca Messen.

A área foliar foi calculada de acordo com a fórmula abaixo:

$$AF = 0,6122 * C * L \quad (1)$$

Em que: AF=área foliar, em cm²; C= Comprimento da folha, em cm⁻¹; L= largura da folha, em cm⁻¹.

O comprimento das raízes foi determinado também com o auxílio de uma régua milimetrada, após as mesmas terem sido separadas da parte aérea das plantas.

Para determinação da massa de matéria seca, as plantas foram separadas em caule e folhas, sendo em seguida acondicionadas em sacos de papel. Posteriormente, foram postas para secar em estufa de

circulação forçada, à temperatura de $70^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, até atingir peso constante sendo em seguida pesadas em balança analítica de precisão de 0,01g.

Os dados obtidos foram tabulados e as médias calculadas no programa Microsoft Excel 2010[®]. Depois disso, foram submetidos à análise de variância pelo programa Assisat 7.6 beta (SILVA & AZEVEDO, 2009)

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Curva artificial de salinização da água

Os resultados da curva de salinização da água permitiram relacionar a condutividade elétrica e a concentração de cloreto de sódio (NaCl), usados para sua construção. Pela equação obtida por regressão linear, estimaram-se as quantidades de cloreto de sódio necessárias para conseguir as condutividades elétricas desejadas.

A equação obtida se diferencia da original, proposta por Richards (1954), onde a condutividade elétrica da solução (CEs) foi de $\text{CEs} = 1,5623\text{C}$ (Figura 1A), enquanto a encontrada foi $\text{CEs} = 1,8171\text{C} - 1,366$ (Figura 1B). Este fato pode ter ocorrido em função da condutividade elétrica ser afetada pela valência e concentração relativa dos íons presentes na solução (RHOADES, 1994).

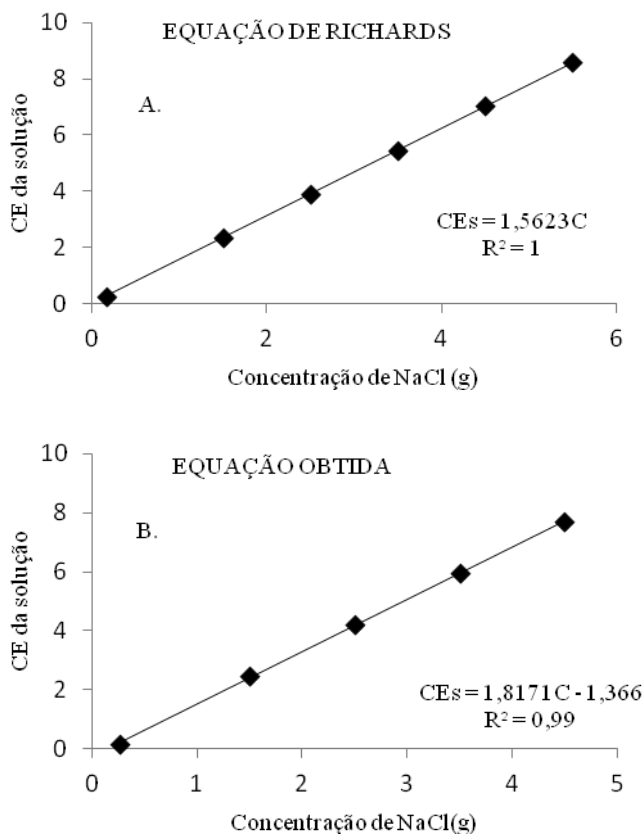


Figura 1. Relação entre a concentração das soluções de cloreto de sódio e a condutividade elétrica das soluções utilizadas proposta por Richards (1954) (A) e obtida (B)

Pelos resumos das análises de variância (Tabela 2 e 3) constatou-se, que os dois substratos e a salinidade da água de irrigação exerceram efeitos interativos significativos no crescimento inicial para o número de folhas (NF),

diâmetro do caule (DC), área foliar (AF) e comprimento da raiz (CR). Houve resposta significativa isolada dos tipos de substratos e da salinidade para todas as variáveis analisadas.

Tabela 2. Resumos das análises de variância das variáveis do crescimento inicial da altura da planta (AP), número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), área foliar (AF), comprimento da raiz (CR), massa seca da raiz (MSR) e massa seca da parte aérea (MSPA). IFCE- Campus de Sobral. 2013.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios						
		AL	NF	DC	AF	CR	MSR	MSPA
Substrato (TS)	1	10,11**	29,82**	5,57*	9,45*	11,09**	7,92**	5,38*
Salinidade (S)	4	39,31**	59,42**	19,17**	98,61**	74,13**	9,42**	102,58**
TS X S	4	2,43 ^{NS}	2,78*	0,08*	3,14*	2,77*	0,56 ^{NS}	6,90**
Resíduo	30	0,33	0,05	0,007	0,50	0,23	0,051	0,036
Total	39	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)		12,09	11,53	6,86	13,06	13,18	78,70	22,97
MG		4,77	2,00	1,26	5,45	3,71	0,28	0,83

NS = não significativo, (**) (*) significativos aos níveis 1% e 5% de probabilidades pelo teste F, GL = grau de liberdade, CV = coeficiente de variação, MG= Média geral, TS = tipo de substrato, S= salinidade.

Alturas da planta

A altura da planta foi influenciada significativamente pela salinidade da água e pelo tipo de substrato, porém não houve efeito interativo entre estes dois fatores (Tabela

2). Desta forma os mesmos foram avaliados isoladamente, pois um fator não influenciou o outro, ou seja, foram independentes.

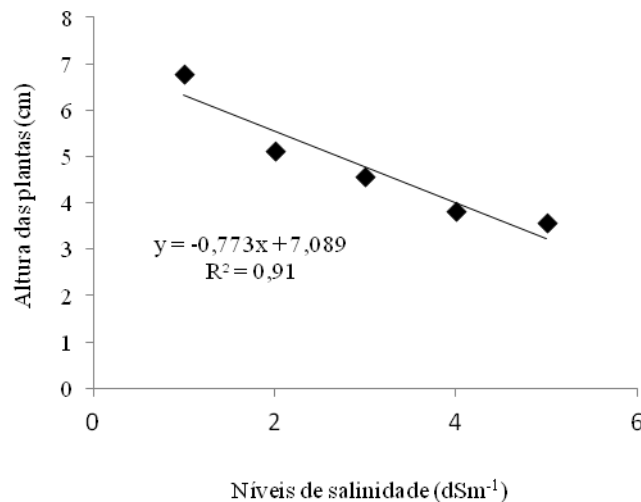


Figura 2. Regressão linear para a altura das plantas de maracujazeiro amarelo submetido a cinco níveis de água salina (0,27; 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 dS m⁻¹)

O incremento de salinidade da água de irrigação provocou uma redução nas plantas de maracujazeiro. Plantas irrigadas com água de CEa de 0,27 dS m⁻¹ obtiveram maior altura (Figura 09). Observa-se que a AP estimada para o menor nível salino de 0,27 dS m⁻¹ foi de 6,78 cm, enquanto, que para o maior nível foi de 3,22 cm, correspondendo a uma queda estimada de 3,22 cm na AP. Para cada incremento unitário de CEa na água de irrigação houve uma redução na AP de 1,66; 0,56; 0,73 e 0,27 cm, respectivamente entre o T1 e T2, T2 e T3, T3 e T4 e o T4 e T5.

Viana et al. (2001) trabalhando com a cultura da alface também verificaram expressiva redução do número de folhas da alface com aumento da salinidade.

A redução do crescimento da planta devido o estresse salino pode estar relacionado com os efeitos adversos do

excesso de sais sob homeostase iônica, balanço hídrico, nutrição mineral e metabolismo de carbono fotossintético (Munns, 2002).

Analisando o efeito dos tipos de substrato na altura das plantas de maracujazeiro, observou-se que o aumento da salinidade da água de irrigação inibiu esta variável tanto na mistura esterco bovino + areia quanto no esterco bovino. Entretanto, verificou-se que os efeitos dos sais foram mais severos no esterco bovino (Tabela 4), uma vez que as plantas desse substrato apresentaram alturas menores que no substrato S₁, com exceção na testemunha (0,27 dS m⁻¹) e na concentração 2,5 dS m⁻¹, em que a altura das plantas foram iguais estatisticamente nos dois substratos.

Tabela 4. Altura das plantas de maracujazeiro amarelo em função do tipo de substrato. IFCE - Campus Sobral. 2013.

Substratos	Níveis de salinidade (dS m ⁻¹)				
	0,27 dS m ⁻¹	1,5 dS m ⁻¹	2,5 dS m ⁻¹	3,5 dS m ⁻¹	4,5 dS m ⁻¹
S ₁	6,5050 aA	5,5525 aAB	4,9425 aBC	4,2775 aC	4,0425 aC
S ₂	7,0550 aA	4,7050 bB	4,1850 aBC	3,3950 bC	3,0775 bC

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O maior incremento de sais no substrato - S₂ pode ser resposta da maior condutividade elétrica do extrato de saturação do solo antes da aplicação dos tratamentos, maior teor de argila e maior capacidade de troca catiônica do esterco bovino em relação à mistura esterco bovino + areia.

Número de folhas

O número de folhas foi influenciado significativamente pela salinidade da água e pelos tipos de substratos e também houve efeito interativo entre estes dois fatores, sendo ajustadas diferentes equações de regressão para cada tipo de substrato.

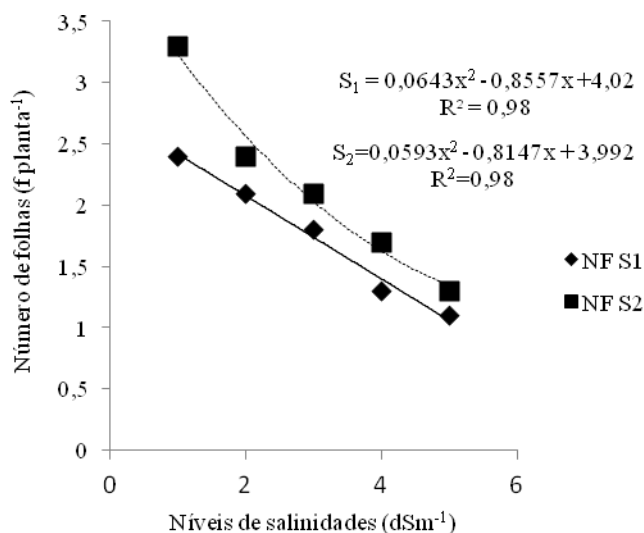


Figura 3. Número de folhas (NF) de maracujazeiro amarelo em função da salinidade da água de irrigação na mistura esterco + areia - S₁ e no substrato esterco bovino - S₂

O aumento da salinidade das águas prejudicou a emissão das folhas do maracujazeiro com menor intensidade nas plantas com esterco bovino (Figura 3). Nas plantas da mistura esterco bovino + areia, os dados também se adequaram ao mesmo modelo de regressão polinomial, sendo representados pelos valores médios de 2,43; 2,19; 1,83; 1,38; e 1,17 folhas planta⁻¹ para os níveis de salinidade 0,27; 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 dS m⁻¹ respectivamente.

Apesar dos efeitos do estresse salino sobre o NF terem sido menor no esterco bovino, o aumento da salinidade das águas de 0,27 para 4,5 dS m⁻¹ na mistura esterco bovino + areia também comprometeu marcadamente a emissão das folhas. A perda do número de folhas foi de 3,30 para 2,43; 2,44 para 2,19 e 2,18 para 1,83 folhas

planta⁻¹. Nos tratamentos 4 e 5, o NF foi igual estatisticamente para os dois substratos.

Em condições de estresse salino, é comum ocorrerem alterações morfológicas e anatômicas nas plantas, que refletem na redução da transpiração como alternativa para manter a baixa absorção de água salina; uma dessas adaptações é a redução do número de folhas (SILVA et al., 2012a). Esses resultados assemelham-se em parte aos encontrados por Oliveira et al. (2009), que observaram redução no número de folhas com o aumento da salinidade da água utilizada na irrigação de culturas do milho pipoca.

Diâmetro do caule

Foi verificado o efeito significativo do fator isolado e de interação entre salinidade da água irrigação e os dois substratos (Tabela 2), para o diâmetro do caule.

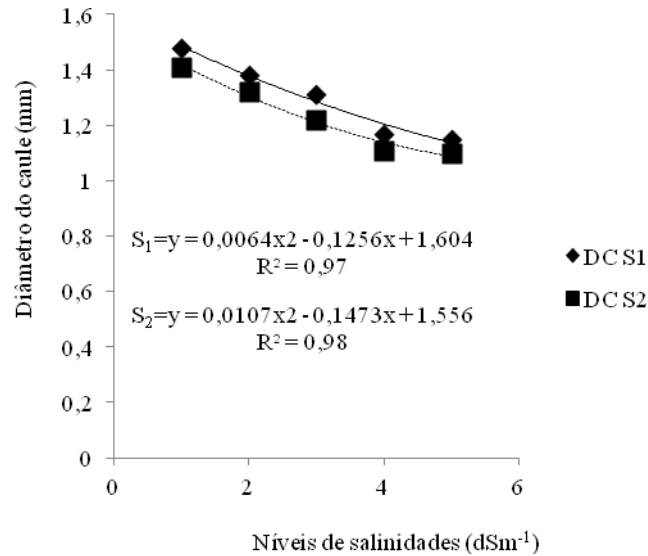


Figura 4. Diâmetro do caule (DC) de maracujazeiro amarelo em função da salinidade da água de irrigação na mistura esterco + areia - S_1 e no substrato esterco bovino - S_2

O aumento da salinidade das águas prejudicou o diâmetro do caule do maracujazeiro, com menor intensidade nas plantas com o substrato esterco bovino + areia (Figura 4). Nas plantas do substrato esterco bovino, os dados também se adequaram ao mesmo modelo de regressão polinomial, sendo representados pelos valores médios de 1,41; 1,32; 1,22; 1,11 e 1,10 mm correspondendo aos T1, T2, T3, T4 e T5, respectivamente.

Apesar dos efeitos da salinidade terem sido menor na mistura esterco bovino + areia, nas plantas no substrato esterco bovino, o aumento da salinidade das águas de 0,27 para 4,5 dS m⁻¹ comprometeu drasticamente o diâmetro do caule das plantas. A redução do diâmetro do caule foi de 1,48 para 1,41; 1,38 para 1,32; 1,31 para 1,22; 1,17 para 1,11; e 1,15 para 1,10 mm por aumento unitário dos níveis de salinidade.

No substrato S_1 , os T1 e T2 foram iguais estatisticamente entre si. O mesmo aconteceu nos níveis T4 e T5. Já o T3 diferenciou estatisticamente dos demais. No substrato S_2 , com exceção dos T4 e T5, os demais se diferenciaram entre si.

Cavalcante et al. (2009) avaliando o efeito de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação no crescimento inicial do maracujazeiro-amarelo, desenvolvido em substratos com diferentes texturas, observou que o aumento da salinidade da água de irrigação inibiu o diâmetro do caule do maracujazeiro-amarelo tanto no substrato mais arenoso, como no mais argiloso. Porém, no substrato mais arenoso, os efeitos dos sais foram menores.

A inibição do crescimento do diâmetro do caule possivelmente pode ser provocada pelos efeitos tóxicos dos sais absorvidos pelas plantas principalmente Na e Cl nas células e a redução do potencial total da água provocado pelo aumento da concentração salina, ou seja, efeitos diretos e indiretos (MARÇAL, 2011).

Área foliar

Foram registrados efeitos significativos dos fatores isolados de salinidade da água irrigação e tipos de substrato, observando também a significância para a interação entre os fatores estudados (Tabela 2).

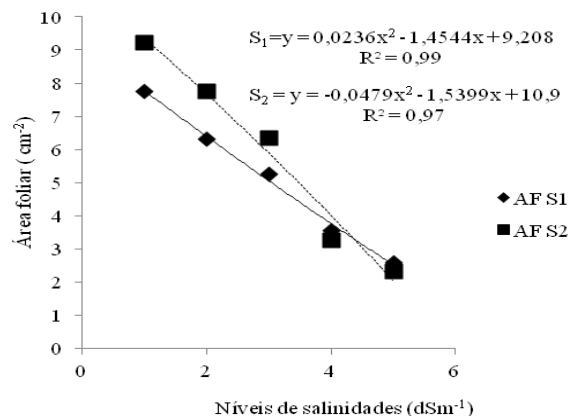


Figura 5. Área foliar (AF) de maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água de irrigação na mistura esterco + areia e no substrato esterco bovino

À semelhança da emissão das folhas, o aumento da salinidade das águas prejudicou a área foliar do maracujazeiro, com menor intensidade nas plantas do esterco bovino (Figura 5). Nas plantas da mistura esterco bovino + areia, os dados também se adequaram ao mesmo modelo de regressão polinomial sendo representados pelos valores médios de 9,22; 7,78; 6,37; 3,27 e 2,34 cm² planta para os T1, T2, T3, T4 e T5, respectivamente.

Embora o estresse salino tenha gerado efeito maior nas plantas da mistura esterco bovino + areia, o aumento da salinidade das águas de 0,27 para 4,5 dS m⁻¹ no esterco bovino também comprometeu marcadamente a área foliar das plantas. Nesse substrato, os maiores valores de área

foliar foram encontrados na Testemunha (0,27 dS m⁻¹). Nas águas de maior teor salino (3,5 e 4,5 dS m⁻¹) a área foliar foi igualmente inibida em ambos os substratos.

A diminuição da área foliar, em cultivos irrigados ou durante a formação das mudas, na grande maioria dos casos, é reflexo do estresse salino no ambiente radicular que pode promover desequilíbrio fisiológico nas plantas cultivadas, em geral, (AYERS & WESTCOT, 1999).

Comprimento da raiz

Salinidade da água irrigação e os dois tipos de substrato exerceram efeitos significativos isolados e interativos (Tabela 2) para o comprimento da raiz.

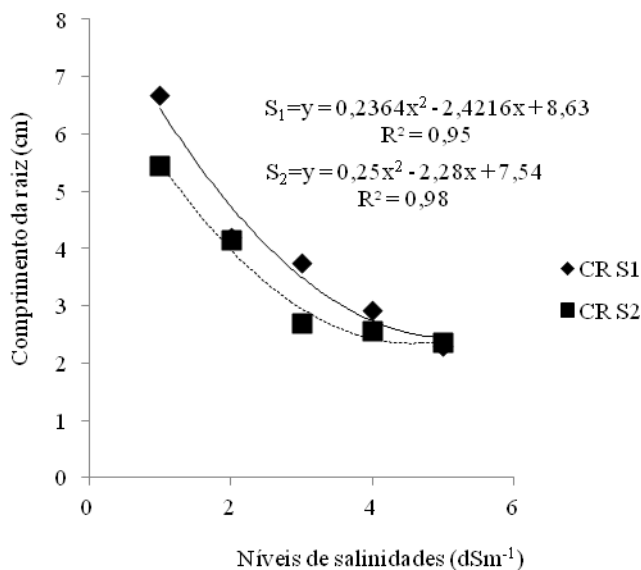


Figura 6. Comprimento da raiz (CR) do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água de irrigação na mistura esterco + areia - S₁ e no substrato esterco bovino - S₂

O aumento da salinidade das águas assim como na altura e diâmetro do caule, inibiu mais o crescimento da raiz principal das plantas com esterco bovino (Figura 6).

A redução no comprimento das raízes foi de 6,68 para 5,46; 4,20 para 4,16; 2,73 para 2,71 e 2,93 para 2,56 cm por incremento unitário da salinidade. Na concentração salina mais alta (4,5 dS m⁻¹), o substrato mais argiloso apresentou comprimento radicular maior que no substrato mais arenoso, com valores de 2,36 para 2,30 cm.

Pela relação entre os valores referentes às plantas irrigadas com águas de 0,27 e 4,5 dS m⁻¹, as perdas foram de 4,38 e 3,1 cm na mistura esterco bovino + areia e nas plantas com esterco bovino, respectivamente.

Os resultados estão compatíveis com as apresentadas por Cavalcante et al. (2002), Costa et al. (2005); para os autores a irrigação do maracujazeiro- amarelo, durante a formação das mudas, com águas salinas de condutividade elétrica variando de 0,4 a 8 dS m⁻¹ prejudica o crescimento radicular.

Massa seca da raiz

A salinidade da água de irrigação e os tipos de substrato influenciaram isoladamente a massa seca da raiz (MSR) (Tabela 2).

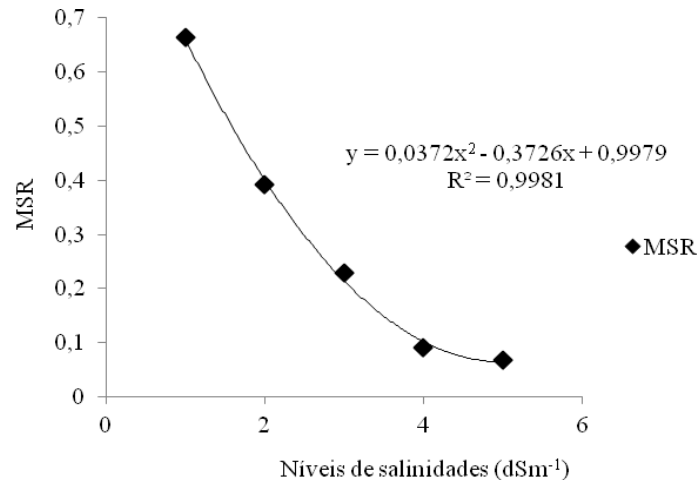


Figura 7. Massa seca da raiz (MSR) de maracujazeiro amarelo submetido a cinco níveis de água salina (0,27; 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 dS m⁻¹)

A massa seca da raiz (MSR) das plantas de maracujazeiro decresceu linearmente com o aumento crescente da concentração de sais da água de irrigação. As reduções foram de 0,272; 0,1618; 0,139 e 0,024 g, entre os T1 e T2, T2 e T3, T3 e T4 e T4 e T5. Enquanto a testemunha (0,27 dS m⁻¹) produziu em média apenas 0,664 g de massa seca, o nível mais alto de salinidade (4,5 dS m⁻¹) produziu em média 0,067 g de massa seca. Isto corresponde a uma redução de 0,597 g na massa seca, comparando os maiores e menores níveis de salinidade.

Carneiro (1995), peso seco radicular é um bom indicativo de qualidade das mudas e desenvolvimento após plantadas no campo.

Para Gurgel et al., (2003), o fato das sementes serem pequenas e portanto, com poucas reservas, utilizam-nas,

inicialmente, no crescimento da parte aérea para garantir melhores condições de fotossíntese passando, em seguida, a incrementar a massa radicular, visando acelerar a absorção de água devido ao baixo potencial osmótico, uma vez que as raízes foram menos afetadas com maior tempo de avaliação.

Analisando-se o efeito dos substratos nos valores de massa seca radicular das plantas de maracujazeiro (Tabela 5), constatou-se uma redução desta variável tanto na mistura esterco bovino+ areia quanto somente no esterco bovino. Porém, assim como para altura, diâmetro do caule, comprimento da raiz, massa fresca da raiz e massa fresca da parte, os efeitos do estresse salino foram menores nas plantas da mistura esterco bovino + areia.

Tabela 5. Massa seca da raiz (MSR) de maracujazeiro amarelo em função do tipo de substrato. Sobral- CE. IFCE - Campus Sobral. 2013

Substratos	Níveis de salinidade (dS m ⁻¹)				
	0,27 dS m ⁻¹	1,5 dS m ⁻¹	2,5 dS m ⁻¹	3,5 dS m ⁻¹	4,5 dS m ⁻¹
S ₁	0,7900aA	0,5763aAB	0,3425 aAB	0,1325aB	0,1095aB
S ₂	0,5393aA	0,2075bAB	0,1175 aAB	0,0495aB	0,0249aB

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

A massa seca radicular na testemunha apresentou valores que não diferenciaram-se estatisticamente entre si

nos dois substratos. O mesmo aconteceu a partir da concentração salina 2,5 dS m⁻¹.

Massa seca da parte aérea

A salinidade da água de irrigação e os dois tipos de substratos exerceram efeitos isolados e interativos na

massa seca da parte aérea das plantas de maracujazeiro (Tabela 2).

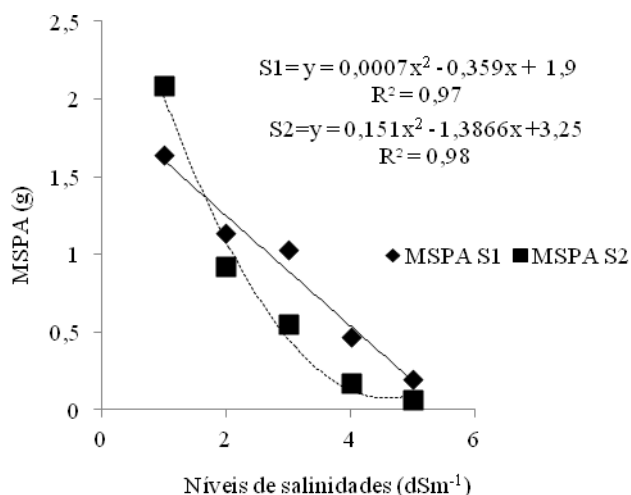


Figura 8. Massa seca da parte aérea (MSPA) do maracujazeiro amarelo em função da salinidade da água de irrigação na mistura esterco + areia - S₁ e no substrato esterco bovino - S₂

O aumento da salinidade das águas também prejudicou a produção de biomassa da parte aérea (Figura 8), independentemente do tipo de substrato, mas em menores proporções nas plantas manejadas com esterco bovino + areia. A perda de folhas de plantas irrigadas com água salina é reflexo da senescência precoce provocada pelo efeito tóxicos dos sais em excesso, reduzindo a área foliar e o rendimento de matéria seca (MUNNS, 2002; SILVA et al. 2008b).

A matéria seca da parte aérea (MSPA) foi reduzida de 1,64; 1,14; 1,03; 0,47 e 0,2 g planta⁻¹ na mistura esterco bovino + areia. Isto corresponde a uma redução de 1,44 g na MSPA entre os níveis de maior e menor salinidade. Já no esterco bovino, as reduções foram de 2,09; 0,92; 0,55; 0,17 e 0,062 g planta⁻¹. Isto corresponde a uma redução de 2,028 g entre as plantas irrigadas com águas contendo menores e maiores concentrações salinas.

Houve um menor acúmulo de massa de matéria seca nas raízes (Figura 7) em relação à parte aérea das plantas (Figura 8). Essa situação evidencia que independentemente do maior ou menor conteúdo salino da água ou do substrato, o maracujazeiro amarelo aloca menos biomassa nas raízes que na parte aérea.

Segundo Shannon et al. (1998), um alto nível salino reduz a taxa de assimilação metabólica, a atividade de enzimas responsáveis pela respiração e fotossíntese, restringindo assim, a obtenção de energia para o crescimento e diferenciação das células em tecidos, reduzindo consequentemente, o alongamento do eixo embrionário e a produção de massa seca.

As reduções obtidas no presente estudo sugerem que os íons absorvidos e transportados para a parte aérea possivelmente excederam o limite necessário ao ajustamento osmótico da planta, e desta forma acarretaram efeitos danosos ao crescimento (FLOWER et al., 1986).

CONCLUSÕES

A curva de salinização obtida se diferenciou da proposta por Richards (1954);

A elevação da condutividade elétrica da água de irrigação comprometeu o crescimento inicial do maracujazeiro amarelo, mas em menor proporção no substrato constituído da mistura esterco bovino + areia;

Durante o crescimento inicial, o maracujazeiro amarelo comportou-se como “moderadamente tolerante” aos sais;

Durante a formação das mudas, o maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas em ambos os substratos produziu mais biomassa na parte aérea do que nas raízes das plantas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayers, R. S.; Westcot, D. W. (trad.) **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1999. 218p.
- Carneiro, J. G. de A. **Produção e qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF; Campos: UNEF, 1995. 451p.
- Cavalcante, L. F.; Santos, J. B.; Santos, C. J. O.; Feitosa Filho, J. A.; Lima, E. M.; Cavalcante, I. H. L. Germinação de sementes e crescimento inicial de maracujazeiros irrigados com água salina em diferentes volumes de substrato. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 3, p. 748-751. 2002.
- Cavalcante, L. F.; Sousa, G.G de.; Gosndim, S. C.; Figueredo, F. L.; Cavalcante, I. H. L.; Diniz, A. A. Crescimento inicial do maracujazeiro amarelo manejado em dois substratos irrigados com água salina. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 4, p. 504-517, 2009.
- Costa, E. G.; Carneiro, P. T.; Soares, F. A. L.; Fernandes, P. D.; Gheyi, H. R.; Cavalcante, L. F. Crescimento inicial do maracujazeiro amarelo sob diferentes tipos e níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira de**

Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 9 (Suplemento), p. 242-247, 2005.

Fernandes, V. L. B. **Recomendação de Adubação e Calagem para o Estado do Ceará**. Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Ciência do Solo, Fortaleza –CE, 1993, 248p.

Flower, T.J.; Hajibagheri, M.A.; Chipson, N.J.W. The mechanism of salt tolerance in halophytes. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.28, p. 89-121, 1986.

Freire, M. B. G. dos S.; Ruiz, H. A.; Ribeiro, M. R.; Ferreira, P. A.; Alvarez, V. V. H.; Freire, F. J. Estimativa do risco de sodificação de solos de Pernambuco pelo uso de águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, p. 227 - 232, 2003.

Gurgel, M. T.; Fernandes, P. D.; Santos, F. J. S.; Gheyi, H. R.; Bezzerra, I. L.; Nobre, R. G. Estresse salino na germinação e formação de porta-enxerto de aceroleira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.1, p.31-36, 2003.

Marçal, J.A **Crescimento inicial do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) sob irrigação com águas salinas em solo com matéria orgânica**. Areia: UFPB, 2011. 80p. Tese doutorado.

Munns, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell and Environment**, Camberra, v. 25, n. 02, p. 239-250, 2002.

Oliveira, F. A.; Medeiros, J. F.; Oliveira, M. K. T.; Lima, C. J. G. S.; Júnior, A.; Amâncio, M. G. Desenvolvimento inicial do milho pipoca irrigado com água de diferentes níveis de salinidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.4, n.2, p.149-155, 2009.

Rhoades, J. D. **Electrical conductivity methods for measuring and mapping soil salinity**. Advances in Agronomy. San Diego, v. 49, n. 1, p. 201-251. 1994.

Ribeiro, M. C. C.; Marques, M. B.; Amaro Filho, J. Efeito da salinidade na germinação de sementes de quatro cultivares de girassol. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.1, p.281-284, 2001.

Richards, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: United States Salinity Laboratory, 1954. 160p.

Shannon, M.C.; Rhoades, J.D.; Drapes, J.H.; Scardaci, S.C.; Spyres, M. D. Assessment of salt tolerance in rice cultivars in response to salinity problems in Califórnia. **Crop Science**, v.38, n.2, p.394-398, 1998.

Silva, F. A. S.; Azevedo, C. A. V. **Principal components Analysis in the Software Assisat- Statistical Attendance**. In: World Congress on Computers in Agriculture, 7, Reno-NVUSA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

Silva, M. O.; Freire, M. B. G. dos S.; Mendes, A. M. S.; Freire, F. J.; Sousa, C. E. S.; Góes, G. B. Crescimento de meloeiro e acúmulo de nutrientes na planta sob irrigação com águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, p.593-605, 2008a.

Silva, E. C.; Nogueira, R. J. M. C.; Araújo, F. P.; Melo N. F.; Neto, A. D. de A. Physiological responses to salt stress in young umbu plants. **Environmental and Experimental Botany**, Brazil, v. 63, p. 147-157, 2008b.

Silva, J.L de A.; Medeiros, J.F de.; Oliveira, M. K. T.; Alves, S. S. V. A.; Nascimento, I.B do N. Desenvolvimento inicial do girassol submetido a diferentes níveis de salinidade em dois tipos de solo. **Revista Verde** (Mossoró – RN), v. 7, n. 3, p. 124-131, 2012.

Soares, F. A.; Gheyi, H. R.; Viana, S. B. A.; Uyeda, C. A.; Fernandes, P. D. Water salinity and initial development of yellow passion fruit. **Scientia Agrícola**, v. 59, n. 3, p. 491-497, 2002.

Viana, S. B. A.; Rodrigues, L. N.; Fernandes, P. D.; Gheyi, H. R. Produção de alface em condições de salinidade a partir de mudas produzidas com e sem estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.1, p.60-66, 2001.