



DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n10p913-919>

## Estratégias de irrigação com água salina no tomateiro cereja em ambiente protegido

Rodolfo A. A. Guedes<sup>1</sup>, Francisco de A. de Oliveira<sup>1</sup>, Rita de C. Alves<sup>2</sup>,  
Ana S. de Medeiros<sup>1</sup>, Lucas P. Gomes<sup>1</sup> & Luilson P. Costa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas/Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, RN. E-mail: [rodolfoartur@yahoo.com.br](mailto:rodolfoartur@yahoo.com.br); [thikaoamigao@ufersa.edu.br](mailto:thikaoamigao@ufersa.edu.br) (Autor correspondente); [aninhakgb@yahoo.com.br](mailto:aninhakgb@yahoo.com.br); [lucas\\_pereiragomes@hotmail.com](mailto:lucas_pereiragomes@hotmail.com); [uilson.costa@yahoo.com.br](mailto:uilson.costa@yahoo.com.br)

<sup>2</sup> Departamento de Produção Vegetal/ Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Jaboticabal, SP. E-mail: [cassiaagro-24@outlook.com](mailto:cassiaagro-24@outlook.com)

### Palavras-chave:

*Lycopersicon esculentum* L.  
estresse salino  
divisão do sistema radicular

### RESUMO

O uso de água salina na irrigação é um desafio para pesquisadores e produtores rurais, sendo fundamental o desenvolvimento de novas estratégias para manejo da irrigação utilizando essas águas. Os tratamentos foram constituídos por seis estratégias de aplicação de água salina (T1 - Água de baixa salinidade ( $S_1$ -0,5 dS m<sup>-1</sup>) durante todo o ciclo; T2 - Água salina ( $S_2$ -3,5 dS m<sup>-1</sup>) durante todo o ciclo; T3- $S_1$  e  $S_2$  durante todo o ciclo; T4- $S_1$  e  $S_2$ , com divisão do sistema radicular por um filtro plástico; T5- $S_1$  e  $S_2$ , com divisão do sistema radicular alternando-se as águas a cada 15 dias; T6- $S_1$  e  $S_2$ , sem divisão do sistema radicular alternando-se as águas a cada 15 dias). Foram realizadas cinco colheitas de frutos e as plantas foram coletadas aos 100 dias após o transplante e avaliadas quanto às seguintes variáveis: número de folhas, área foliar, altura, diâmetro do caule, massa seca de folhas, massa seca de caule, massa seca de frutos, número de cachos, número de frutos e produção de frutos. A maioria das variáveis foi afetada pela salinidade da água de irrigação. O maior rendimento de frutos foi obtido com uso de água de baixa salinidade e quando se realizou mistura de água e alternando-as quinzenalmente, demonstrando a viabilidade dessas técnicas.

### Key words:

*Lycopersicon esculentum* L.  
salt stress  
dividing the root system

## Irrigation strategies with saline water on cherry tomato in greenhouse

### ABSTRACT

The use of saline water for irrigation is a challenge for researchers and farmers, being fundamental to develop new strategies for irrigation management using these waters. Treatments consisted of six strategies of saline water application (T1-low salinity water ( $S_1$ -0.5 dS m<sup>-1</sup>) during entire cycle; T2-saline water ( $S_2$ -3.5 dS m<sup>-1</sup>) during entire cycle; T3- $S_1$  and  $S_2$  during entire cycle; T4- $S_1$  and  $S_2$ , with root system divided by a plastic filter; T5- $S_1$  and  $S_2$ , with root system division and alternance of  $S_1$  and  $S_2$  each 15 days; T6- $S_1$  e  $S_2$ , without root system division, with water alternance every 15 days). Five harvests were carried out and plants were sampled 100 days after transplanting for evaluation of the following variables: number of leaves, leaf area, height, stem diameter, dry mass, number of fruits, mean mass of fruits and fruit yield. Most variables were affected by irrigation water salinity. The higher fruit yield was obtained using low salinity water and when waters were mixed and alternated each fifteen days, which demonstrates the viability of these techniques.



## INTRODUÇÃO

O tomateiro está entre as principais hortaliças cultivadas em ambiente protegido com destaque para o tomate cereja (*Lycopersicon esculentum* L.), bastante apreciado por apresentar diversas propriedades fitoquímicas sendo a atividade antioxidante uma das mais destacadas; além disto, tem grande quantidade de nutrientes e elevados teores de sólidos solúveis, o que o qualifica como excelente adorno e aperitivo na culinária (Guilherme et al., 2008).

A qualidade da água utilizada para irrigação é fator primordial para que as plantas possam expressar seu máximo desenvolvimento e potencial produtivo; a importância da qualidade desta água se torna maior em cultivo protegido em virtude de não haver lavagem dos sais pelas águas das chuvas, como ocorre naturalmente em áreas cultivadas a céu aberto.

O tomateiro é moderadamente sensível aos efeitos da salinidade apresentando salinidade limiar, em termos de condutividade elétrica do extrato de saturação ( $CE_{es}$ ), é de  $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ , com decréscimo relativo de 9,0% por aumento unitário da  $CE_{es}$  (Rhoades et al., 1992). Entretanto são encontrados, em uma breve revisão bibliográfica, vários estudos demonstrando que a cultura do tomateiro tem apresentado tolerância à salinidade variável em relação ao apresentado na literatura (Freire et al., 2010; Gomes et al., 2011; Medeiros et al., 2012; Silva et al., 2013), nos quais a salinidade limiar do tomateiro varia de  $0,5$  a  $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ . A divergência entre os resultados obtidos nesses trabalhos demonstra que a resposta da cultura é variável em virtude do manejo adotado e que, para se obter êxito na produção utilizando água salina, depende diretamente da estratégia adotada. Neste caso, o uso simultâneo de águas com salinidades diferentes pode ser uma alternativa na produção agrícola, seja alternando-as ao longo do ciclo (Terceiro Neto et al., 2013) ou misturando-as (Arruda et al., 2011; Gomes et al., 2011).

Outra tecnologia que pode possibilitar o uso de água salina na irrigação pode ser a divisão do sistema radicular em duas ou mais partes o que já vem sendo estudado em diversas culturas com ênfase para o aumento na eficiência do uso da água; os resultados obtidos demonstram a viabilidade desta tecnologia (Yang et al., 2012; Sun et al., 2013).

Tal resposta também foi observada por Koushfar et al. (2011) com a cultura do tomateiro em sistema hidropônico constatando que a divisão do sistema radicular é uma técnica aplicável para utilização de águas salinas, embora o sucesso deste sistema seja fortemente dependente do nível de salinidade e o intervalo de exposição das raízes aos sais da solução nutritiva e da água salina.

Apesar de se apresentar promissora, para que esta tecnologia seja disseminada entre os produtores ainda é necessário o desenvolvimento de mais estudos. Diante do exposto o objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes estratégias de uso de água salina na cultura do tomate cereja, cv. 'Carolina', cultivada em ambiente protegido.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado de julho a outubro de 2013, na área experimental do Departamento de Ciências Ambientais

e Tecnológicas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) em Mossoró, RN, localizada nas coordenadas geográficas de  $5^{\circ} 11' 31''$  de latitude Sul e  $37^{\circ} 20' 40''$  de longitude Oeste de Greenwich e altitude média de 18 m.

De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima de Mossoró é do grupo BSwh', isto é, tropical semiárido muito quente e com estação chuvosa ocorrendo no verão-outono, apresentando temperatura média de  $27,4^{\circ}\text{C}$ , precipitação pluviométrica anual muito irregular, com média de  $673,9 \text{ mm}$  e umidade relativa do ar de  $68,9\%$  (Carmo Filho & Oliveira, 1995).

A casa de vegetação utilizada apresenta cobertura de polietileno de baixa densidade transparente com  $0,10 \text{ mm}$  de espessura, tratada contra a ação de raios ultravioletas e em formato tipo arco, com  $6,40 \text{ m}$  de largura e  $22,5 \text{ m}$  de comprimento. As paredes laterais e frontais são confeccionadas com telas antiafídeos e rodapé de  $0,30 \text{ m}$  em concreto armado.

O experimento foi instalado em delineamento estatístico inteiramente casualizado com seis tratamentos e quatro repetições totalizando 24 unidades experimentais. A unidade experimental foi representada por um vaso com capacidade para  $25 \text{ kg}$  de solo, contendo uma planta.

Os tratamentos foram obtidos pela combinação de dois níveis de salinidade da água de irrigação ( $S_1-0,5$  e  $S_2-3,5 \text{ dS m}^{-1}$ ), com ou sem divisão do sistema radicular, conforme descrição a seguir: T1 – Irrigação utilizando água do sistema de abastecimento do campus; T2 – Irrigação utilizando água de maior salinidade durante todo o ciclo; T3 – Irrigação utilizando as duas águas simultaneamente (T1 e T2), durante todo o ciclo; T4 – Irrigação utilizando as duas águas simultaneamente, com divisão do sistema radicular; T5 – Irrigação utilizando as duas águas, com divisão do sistema radicular, alternando-se as águas a cada 15 dias; T6 – Irrigação utilizando as duas águas alternadamente, a cada 15 dias, sem divisão do sistema radicular.

Para os tratamentos T4 e T5, adotou-se o sistema de divisão das raízes utilizando filme plástico e fita adesiva para fazer a divisão do sistema radicular. Durante o transplantio todas as mudas tiveram o torrão desmanchado, tomando-se o cuidado para não danificar o sistema radicular.

Com vista à salinidade  $S_1-0,5 \text{ dS m}^{-1}$  foi utilizada água proveniente do sistema de abastecimento do campus da UFERSA cujas análises físicas e químicas determinaram as seguintes características:  $\text{pH} = 8,30$ ;  $\text{CE} = 0,50 \text{ dS m}^{-1}$ ;  $\text{Ca}^{2+} = 3,10$ ;  $\text{Mg}^{2+} = 1,10$ ;  $\text{K}^{+} = 0,30$ ;  $\text{Na}^{+} = 2,30$ ;  $\text{Cl}^{-} = 1,80$ ;  $\text{HCO}_3^{-} = 3,00$  e  $\text{CO}_3^{2-} = 0,20 \text{ (mmol L}^{-1}\text{)}$ .

Na preparação da maior salinidade ( $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ ) foi adicionada uma mistura de sais de  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  em água coletada em poço profundo localizado no Campus central da UFERSA, mantendo-se a proporção equivalente de 7:2:1 (Medeiros, 1992).

Os vasos foram dispostos em 4 fileiras utilizando-se o espaçamento de  $1,50 \text{ m}$  entre fileiras e  $0,50 \text{ m}$  entre plantas na fileira, equivalente à população de 13.333 plantas por hectare adicionando-se um vaso em cada extremidade como bordadura, nos quais as plantas foram conduzidas de acordo com o tratamento T1.

Material de solo classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (EMBRAPA, 2006) foi utilizado e coletado na camada de 0-20 cm de profundidade, em área não cultivada localizada no Campus da UFERSA. O material coletado foi secado ao ar e posteriormente peneirado em malha de 2,0 mm e analisado quimicamente (Tabela 1).

Utilizaram-se mudas de tomate cereja cv. 'Carolina', produzidas em bandejas de poliestireno expandido com capacidade para 128 células contendo substrato de fibra de coco e húmus de minhoca, na proporção 1:1. O transplantio foi realizado utilizando-se uma muda por vaso, quando elas apresentavam de quatro a cinco folhas definitivas, o que ocorreu por volta dos 25 dias após a sementeira.

Para irrigação foram utilizados dois sistemas idênticos para as duas salinidade, sendo cada sistema composto por um reservatório de PVC (500 L), uma eletrobomba de circulação Metalcorte/Eberle, autoventilada, modelo EBD250076 (acionada por motor monofásico, 210 V de tensão, 60 Hz de frequência, utilizada normalmente em máquina de lavar roupa), linhas laterais de 12 mm e emissores do tipo microtubos, com vazão média de 2,5 L h<sup>-1</sup>.

O consumo de água pelas plantas não foi contabilizado; no entanto, para garantir a reposição da água evapotranspirada as irrigações eram suspensas após ser observado início de drenagem nos vasos, não ocorrendo fração de lixiviação significativa em nenhum dos tratamentos.

O fornecimento de nutrientes foi realizado via fertirrigações com frequência diária utilizando-se solução de fertilizante na seguinte concentração, para cada 1.000 L<sup>-1</sup> de solução: 650 g de nitrato de cálcio, 500 g de nitrato de potássio, 170 g de fosfato monopotássico (MKP), 250 g de sulfato de magnésio e 50 g de nitrato de magnésio (Trani et al., 2011).

Aplicações foliares de micronutrientes foram realizadas em intervalos semanais utilizando-se produto comercial apresentando a mistura sólida de EDTA-chelated nutrientes contendo 0,28% Cu, 7,5% Fe, 3,5% Mn, 0,7% Zn, 0,65% B e 0,3% Mo; durante o ciclo foram feitas adubações foliares à base de cálcio e boro, elementos imprescindíveis na fase de frutificação.

Os tratamentos culturais consistiram na retirada dos brotos que surgiram antes da inserção da primeira flor, tutoramento para promover a condução das plantas e aplicações preventivas com fungicida e inseticidas.

Foram realizadas cinco colheitas de frutos, quando os mesmos apresentavam ponto de colheita comercial para determinação da produção de frutos por planta. Aos 100 dias após o transplantio as plantas foram coletadas e avaliadas quanto às seguintes variáveis: número de folhas, área foliar,

altura, diâmetro do caule, massa seca da parte aérea, massa seca de raízes, massa seca total, número de frutos, massa média de frutos e produção de frutos. Para o número de folhas foram contabilizadas apenas as folhas verdes; a área foliar foi determinada utilizando-se um integrador de área, marca LI-COR, modelo LI-3100.

Para determinação da biomassa seca o material fresco foi acondicionado em sacos de papel e posto para secar em estufa com circulação de ar forçada, na temperatura de 65 °C até atingir massa constante, sendo determinado em balança de precisão (0,01 g).

Após a coleta das plantas foram retiradas amostras de solo de cada tratamento retirando-se duas amostras dos tratamentos que continham divisão do sistema radicular para determinação da condutividade elétrica da pasta de saturação (CE<sub>es</sub>). O preparo da pasta de saturação consistiu da agitação de 300 g da amostra de solo com espátula, em recipiente plástico, com adição gradual de água destilada, até atingir o ponto de pasta de saturação representado pelo aspecto espelhado, movimento lento em posição inclinada e fácil deslizamento sobre a espátula. Após o preparo as amostras foram colocadas em repouso por 12 h e em seguida as pastas foram colocadas em sistema de vácuo (funil de Büchner-kitassato-bomba) para obtenção dos extratos de pasta de saturação (Richards, 1954); em seguida, determinou-se a condutividade elétrica de cada solução, além de um condutivímetro de bancada, com correção automática de temperatura.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as variáveis que apresentaram repostas significativas tiveram suas médias comparadas pelo teste de Tukey (p < 0,05).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao final do experimento os tratamentos aplicados influenciaram a condutividade elétrica do extrato de saturação (CE<sub>es</sub>), sendo obtidos os seguintes valores, em dS m<sup>-1</sup>: T1 = 2,28; T2 = 5,36; T3 = 3,03; T4 = 3,22 (final do experimento com água mais salina) e 2,52 (final do experimento com água menos salina); T5 = 4,17 (final do experimento com água mais salina) e 3,52 (final do experimento com água menos salina); T6 = 3,20.

Percebe-se, desta forma, que a maior parte dos tratamentos proporcionou acúmulo de sais no solo, com condutividade elétrica do extrato de saturação (CE<sub>es</sub>) acima da salinidade limiar tolerada pela cultura do tomateiro (Rhoades et al., 1992). O aumento da salinidade observado no tratamento T1 é resultante da adição de fertilizantes aplicados via fertirrigação.

Tabela 1. Características físicas e químicas do solo utilizado no experimento

Características químicas										
pH	CE <sub>es</sub> dS m <sup>-1</sup>	M.O. (%)	P (mg dm <sup>-3</sup> )	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Al <sup>+3</sup>	H <sup>+</sup>	
				(cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )						
5,7	0,98	1,05	2,20	0,14	0,13	0,40	0,60	0,25	3,05	
Características físicas										
Fração granulométrica (g kg <sup>-1</sup> )			Classe textural	Umidade (g g <sup>-1</sup> )		Densidade (kg dm <sup>-3</sup> )				
Areia	Silte	Argila		CC	PMP	Ds	Dp			
707,2	172,2	120,6	FA	0,15	0,06	1,53	2,68			

CE<sub>es</sub> – Condutividade elétrica do extrato de saturação; FA – Franco Arenoso; CC – Capacidade de Campo para  $\psi_m = -10$  KPa; PMP – Ponto de Murcha Permanente para  $\psi_m = -1500$  KPa; Ds – Densidade do solo ou aparente; DP – Densidade de Partículas

As diferentes estratégias de irrigação afetaram significativamente a maioria das variáveis de crescimento estudadas a nível de 0,01 de probabilidade com exceção para o diâmetro, o caule o qual não foi afetado significativamente pelos tratamentos aplicados ( $p > 0,05$ ) (Tabela 2).

As plantas submetidas aos tratamentos T1 e T3 se destacaram dos demais tratamentos em virtude de apresentarem maior número de folhas (NF), não diferindo entre si estatisticamente enquanto os demais tratamentos apresentaram plantas com menor emissão foliar. A não diferença entre os tratamentos T1 e T3 deve ter sido devida à mistura das águas no solo, reduzindo a condutividade elétrica da solução do solo. Apesar de não ter havido diferença significativa entre os tratamentos T1 e T3, verifica-se que, em termos absolutos, o T1 apresentou valor superior em 98 folhas, equivalente à diferença de 18,3% (Tabela 2). Desta forma, pode-se observar que houve redução no número de folhas nas plantas que foram irrigadas com águas mais salina, seja de forma isolada (T2) ou combinada com água de menor salinidade, com perdas variando de 22,9% (T6) a 35,3% (T5) (Tabela 2).

Efeitos negativos da salinidade sobre a emissão e/ou senescência foliar demonstram que as folhas são órgãos sensíveis à salinidade e apresentam redução no tamanho e no número na presença de concentrações elevadas de sais. Efeito deletério da salinidade sobre a emissão foliar do tomateiro também foi observado por Medeiros et al. (2011) e Lycoskoufis et al. (2012).

Como observado para o número de folhas, a área foliar (AF) também foi afetada pelos tratamentos aplicados e com maiores valores ocorrendo nos tratamentos T1 e T3, apesar do T3 não diferir estatisticamente dos tratamentos T2, T4 e T5. Os menores valores ocorreram nos tratamentos T2, T4, T5 e T6. Comparando o tratamento T1 com os demais, verifica-se que a maior redução na AF ocorreu no T5 (43,8%), seguido pelos tratamentos T2 (30,9%), T4 (27,7%) e T6 (29,75). Tais resultados demonstram que os tratamentos alternativos, com divisão do sistema radicular, não reduziram o efeito da salinidade sobre esta variável (Tabela 2).

O efeito da salinidade sobre a área foliar está relacionado tanto à redução na emissão de novas folhas quanto na morte e queda de folhas, além de reduzir a expansão do limbo

foliar (Mahmoud & Mohamed, 2008). 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 (Tester & Davenport, 2003).

Para a altura das plantas (ALT), apenas o tratamento T2 se destacou dos demais apresentando menor valor de ALT (135 cm). Houve pequena variação na ALT entre os outros tratamentos sendo observados valores de ALT médios de 181,5 cm. Comparando a ALT das plantas irrigadas apenas com água de menor salinidade (T1) com as submetidas à maior salinidade (T2), verificou-se redução de aproximadamente 25,2% (Tabela 3). Redução na altura das plantas em recorrência ao aumento da salinidade da água utilizada na irrigação também foi constatada por Gomes et al. (2011) e Medeiros et al. (2011).

Não houve diferença significativa entre os tratamentos para o diâmetro do caule (DC), obtendo-se DC médio de 10,2 mm; entretanto e considerando os valores absolutos, o tratamento T2 proporcionou plantas com DC inferior ao T1 em 10,3% (Tabela 2).

Tal como foi observado para as demais variáveis de crescimento, o acúmulo de biomassa também foi afetado significativamente pela salinidade da água utilizada na irrigação. Apesar de apresentarem pequenas variações, pode-se perceber que ocorreram respostas semelhantes para massa seca de folhas (MSF) e de frutos (MSFR), com maiores valores ocorrendo nos tratamentos T1, T3 e T4 enquanto os menores valores foram obtidos nos tratamentos T2, T5 e T6.

Para massa seca de caule (MSC), ocorreu pequena variação em comparação com a MSF e MSFR, na qual os maiores valores foram obtidos nos tratamentos T1 e T4 enquanto os tratamentos T2 e T5 proporcionaram menores valores (Tabela 2).

Com relação ao acúmulo de massa seca total (MST), conforme apresentado na Tabela 2, pode-se observar que os tratamentos T1 e T3 se destacaram dos demais por apresentarem maior e menor MST, respectivamente, enquanto os demais tratamentos não diferiram entre si estatisticamente.

Ainda sobre o acúmulo de biomassa (Tabela 2), verifica-se que, de forma geral, os tratamentos T3, T4 e T5 podem ser

Tabela 2. Resumo da ANOVA e valores médios para número de folhas (NF), área foliar (AF), altura (ALT), diâmetro do caule (DC), massa seca de folhas (MSF), massa seca de caule (MSC), massa seca de frutos (MSFR) e massa seca total (MST) de tomate cereja sob diferentes estratégias de irrigação com água salina

Fonte de variação	GL	Quadrados médios							
		NF	AF	ALT	DC	MSF	MSC	MSFR	MST
Tratamentos	5	17756,84**	22,21**	1493,48**	0,49 <sup>ns</sup>	1173,18**	1005,59**	109,87**	5469,31**
Resíduo	12	2058,79	2,59	247,73	0,50	142,02	81,01	6,14	305,47
CV		14,23	13,73	10,45	9,76	15,43	13,55	16,35	12,46
Tratamentos		NF (unid)	AF (m <sup>2</sup> )	ALT (cm)	DC (mm)	MSF, MSC, MSFR, MST (g planta <sup>-1</sup> )			
T1		534,25 a	15,5 a	180,5 a	10,7 a	133,9 a	112,9 a	25,2 a	272,1 a
T2		390,25 b	10,7 bc	135,0 b	9,7 a	81,8 c	65,3 c	11,3 d	158,4 c
T3		436,25 a	13,4 ab	189,2 a	10,4 a	110,5 ab	94,5 ab	20,8 ab	225,3 b
T4		387,75 b	11,2 bc	183,0 a	10,2 a	109,5 ab	79,6 bc	23,2 ab	212,2 b
T5		377,33 b	8,7 c	175,3 a	10,1 a	106,2 bc	90,9 b	18,1 bc	215,3 b
T6		345,67 b	10,9 bc	179,7 a	10,2 a	97,4 bc	86,4 b	14,6 cd	198,2 b

\*\* - Significativo a 0,05 de probabilidade; ns - não significativo; Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 0,05. T1- água normal, T2- água salina (3,5 dS m<sup>-1</sup>), T3- água salina e água normal, T4- com plástico, cada lado um tipo de água, T5- com plástico, trocando a água a cada 15 dias, T6- alternando a água a cada 15 dias sem plástico

alternativas para condições em que o uso de água salina seja inevitável haja vista que possibilitaram a produção de biomassa que não diferiu estatisticamente do uso exclusivo de água de baixa salinidade (T1).

A redução na produção de biomassa das plantas submetidas ao estresse salino é um dos principais efeitos da salinidade sobre as culturas, o que já foi constatado por vários autores (Freire et al., 2010; Cosme et al., 2011; Gomes et al., 2011; Medeiros et al., 2011). O excesso de sais na solução do solo modifica as atividades metabólicas das células no processo de alongamento celular limitando a elasticidade da parede celular, reduzindo o alongamento da célula e, como consequência, o crescimento da planta (Taiz & Zeiger, 2009).

Um dos principais efeitos da salinidade nas culturas não tolerantes ao sal é a diminuição da taxa fotossintética; este efeito ocorre, sobretudo pelo acúmulo excessivo de íons tóxicos, distúrbios na nutrição mineral e/ou redução na turgescência que favorecem a inibição da expansão foliar afetando o processo fotossintético e reduzindo, conseqüentemente, a produção de fotoassimilados (Munns, 2005).

Os resultados referentes aos parâmetros de produção são apresentados na Tabela 3 na qual se verifica que houve efeito significativo das estratégias de irrigação sobre todas as variáveis estudadas a nível de 0,01 de probabilidade.

O maior número de cachos por planta (NCP) foi obtido quando as plantas foram irrigadas unicamente com água de menor salinidade (T1) seguidas pelo tratamento no qual foram utilizados os dois tipos simultaneamente e sem divisão do sistema radicular (T3), enquanto os menores ocorreram quando se aplicou apenas água salina (T2), apresentando perdas de 59,8% em relação ao T1 (Tabela 3). Verifica-se ainda, na Tabela 3, que a tecnologia de divisão do sistema radicular e com estresse salino parcial não inibiu o efeito da salinidade sobre a emissão de cachos; entretanto nos tratamentos utilizando esta tecnologia ocorreram perdas menores que as observadas no tratamento T2, com perdas de 47,9 e 44,6% para os tratamentos T4 e T5, respectivamente.

Tabela 3. Resumo da ANOVA e valores médios para número de cachos (NCP), número de frutos (NFR), massa média de frutos (MMFR) e produção de frutos (PROD) do tomate cereja sob diferentes estratégias de irrigação com água salina

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		NCP	NFR	MMFR	PROD
Tratamentos	5	3400,69**	103,49**	15,68**	20043,47**
Resíduo	12	45,48	6,22	1,55	191,69
CV		9,23	12,56	14,31	11,12
Tratamentos		NCP (unid)	NFR	MMFR (g fruto <sup>-1</sup> )	PROD (g planta <sup>-1</sup> )
T1		133,5 a	36,0 a	8,9 ab	330,0 a
T2		53,7 d	25,3 c	5,5 d	126,1 e
T3		104,7 b	34,0 ab	6,9 c	237,7 b
T4		69,5 c	25,5 bc	9,4 a	248,6 b
T5		74,0 c	29,7 ab	7,4 bc	204,9 c
T6		75,1 c	26,0 bc	6,4 cd	167,2 d

\*\* - Significativo a 0,01 de probabilidade; Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a nível de 0,05. T1- água normal, T2- água salina (3,5 dS m<sup>-1</sup>), T3- água salina e água normal, T4- com plástico, cada lado um tipo de água, T5- com plástico, trocando a água a cada 15 dias, T6- alternando a água a cada 15 dias sem plástico

Analisando o número de frutos (NFR) observa-se que os maiores valores ocorreram nos tratamentos T1, T3 e T5, que não diferiram entre si estatisticamente enquanto os menores valores foram obtidos nos tratamentos T2, T4 e T6 (Tabela 3). O efeito da salinidade sobre o NFR pode ser devido à alterações no potencial osmótico da solução do solo, reduzindo o consumo de água e nutrientes pelas plantas, diminuindo, assim, o índice de pegamento dos frutos (Leonardo et al., 2008).

Analisando as variáveis NCP e NFR em conjunto percebe-se que, apesar da elevada emissão de cachos, houve pequeno pegamento de frutos independentemente do tratamento aplicado. Considerando a população 13.333 plantas por hectare, de acordo com o espaçamento adotado (1,5 x 0,50 m), verifica-se que ocorreram baixas produtividades em todos os tratamentos obtendo-se produtividades médias de 4,39; 1,68; 3,17; 3,31; 2,73 e 2,23 t ha<sup>-1</sup>, para T1, T2, T3, T4, T5 e T6, respectivamente valores baixos em relação ao potencial da cultura.

Tais comportamentos podem ser atribuídos à casa de vegetação utilizada no experimento que apresenta, em sua estrutura lateral, telas anti-insetos, o que dificulta a polinização. Em estruturas de cultivo protegidas fechadas totalmente com telas, há diminuição da velocidade de circulação do ar, impedimento da entrada de insetos polinizadores e aumento da temperatura, prejudicando a produção e a qualidade dos frutos (Higuti et al., 2010).

De acordo com Kinet & Peet (2002) a fixação dos frutos depende de vários fatores, incluindo polinização, germinação dos grãos de pólen, crescimento do tubo polínico e fertilização. A não fixação dos frutos ocasiona perda de produção, assim como a formação de frutos pequenos e defeituosos, que podem ocorrer por falhas na polinização.

Os maiores valores para a massa média de frutos (MMFR) foram obtidos nos tratamentos T1 e T4, superiores ao T2, que apresentou menor MMFR, em aproximadamente 38,2 e 41,5%, respectivamente. Analisando a MMFR em todos os tratamentos verifica-se variação de 5,5 g (T2) a 9,4 g (T4), podendo-se observar que os tratamentos T1 e T4 proporcionaram a produção de frutos com MMFR próxima às características da cultivar utilizada que, de acordo com a empresa produtora de sementes, a MMFR varia de 10 a 12 g (FELTRIN<sup>®</sup>) (Tabela 3).

O efeito dos tratamentos sobre a produção de frutos (PROD) foi semelhante ao observado para as variáveis NFR e MMFR, com maiores valores ocorrendo nas plantas irrigadas apenas com água de baixa salinidade (T1) e menor PROD para as plantas submetidas à irrigação exclusiva com água salina (T2). Para os tratamentos com uso de duas águas, seja com ou sem divisão do sistema radicular, verificaram-se valores de PROD inferiores aos obtidos no T1; entretanto, foram superiores ao T2, demonstrando a viabilidade dos manejos alternativos (Tabela 3).

Com isto, percebe-se que o uso de água de alta salinidade, seja de forma isolada ou em combinação com água menos salina, reduziu a produção de frutos porém as perdas foram maiores com uso exclusivo de água salina (T2), com redução de 62% enquanto os demais tratamentos apresentaram perdas de 28, 25, 38 e 43%, para T3, T4, T5 e T6, respectivamente (Tabela 3).

O efeito negativo da salinidade sobre o NFR e a MMFR e, conseqüentemente, na PROD, já foi observado por vários autores na cultura do tomateiro (Blanco & Folegatti, 2008; Medeiros et al., 2012) e em outras solanáceas, como berinjela (Oliveira et al., 2014) e pimentão (Leonardo et al., 2008).

Comparando apenas os tratamentos alternativos (mistura de águas) com o T2, verificou-se que todos os tratamentos proporcionaram produção de frutos superior ao T2, obtendo-se superioridades de 47, 49, 38 e 25% para T3, T4, T5 e T6, respectivamente (Tabela 3).

A redução na produção de frutos em função da salinidade ocorreu porque quando as plantas têm parte de suas raízes sob estresse salino podem ter reduzido a absorção de água em decorrência do potencial osmótico; apesar disto, houve um efeito compensatório de outra parte do sistema radicular mantido em baixa salinidade (Flores et al. (2002). Segundo esses autores, a parte do sistema radicular sem estresse salino apresenta aumento de 94% na absorção de água em relação ao sistema radicular das plantas submetidas a baixa salinidade.

### CONCLUSÕES

1. O uso de água com salinidade de 3,5 dS m<sup>-1</sup> provoca redução significativa em todas as variáveis de crescimento e de produção.

2. O uso de águas de baixa e alta salinidade simultaneamente, com ou sem divisão do sistema radicular, pode ser uma alternativa viável para as condições em que o produtor rural tenha disponibilidade de duas fontes de água.

### LITERATURA CITADA

- Arruda, C. E. M.; Dias, N. S.; Blanco, F. F.; Sousa Neto, O. N.; Ferreira Neto, M. Bell pepper cultivation with brine from brackish water desalination. *Revista Caatinga*, v.24, p.197-201, 2011.
- Blanco, F. F.; Folegatti, M. V. Doses de N e K no tomateiro sob estresse salino: III. Produção e qualidade de frutos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.12, p.122-127, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662008000200003>
- Carmo Filho, F.; Oliveira, O. F. Mossoró: Um município do semi-árido nordestino, caracterização climática e aspecto florístico. Mossoró: ESAM, 1995. 62p. Coleção Mossoroense, série B
- Cosme, C. R.; Dias, N. S.; Oliveira, A. M.; Oliveira, E. M. M.; Sousa Neto, O. N. Produção de tomate hidropônico utilizando rejeito da dessalinização na solução nutritiva aplicados em diferentes épocas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, p.499-504, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662011000500010>
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 306p.
- Flores, P.; Botella, M.A.; Martinez, V.; Cerda, A. Response to salinity of tomato seedlings with a split root system: Nitrate uptake and reduction. *Journal Plant Nutrition*, v.25, p.177-187, 2002. <http://dx.doi.org/10.1081/PLN-100108789>
- Freire, A. L. O.; Saraiva, V. P.; Miranda, J. R. P.; Bruno, G. B. Crescimento, acúmulo de íons e produção de tomateiro irrigado com água salina. *Semina: Ciências Agrárias*, v.31, p.1133-1144, 2010. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2010v31n4Sup1p1133>
- Gomes, J. W. S.; Dias, N. S.; Oliveira, A. M.; Blanco, F. F.; Sousa Neto, O. N. Crescimento e produção de tomate cereja em sistema hidropônico com rejeito de dessalinização. *Revista Ciência Agronômica*, v.42, p.850-856, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902011000400005>
- Guilherme, D. O.; Pinho, L.; Costa, C. A.; Almeida, A. C.; Paes, M. C. D.; Rodrigues, R. J. A.; Cavalcanti, T. F. M.; Teles Filho, S. C.; Menezes, J. B. C.; Sales, S. S. Análise sensorial e físico-química em frutos de tomate cereja orgânicos. *Horticultura Brasileira*, v.26, p.171-175, 2008.
- Higuti, A. R. O.; Godoy, A. R.; Salata, A. C.; Cardoso, A. I. I. Produção de tomate em função da “vibração” das plantas. *Bragantia*, v.69, p.87-92, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052010000100012>
- Kinet, J. M.; Peet, M. M. Tomato. In: Wien, H. C. (ed.). *The physiology of vegetable crops*. Wallingford: CABI Publishing, 2002. chap. 6, p.207-258.
- Koushafar, M.; Khoshgoftarmanesh, A. H.; Moezzi, A.; Mobli, M. Effect of dynamic unequal distribution of salts in the root environment on performance and Crop Per Drop (CPD) of hydroponic-grown tomato. *Scientia Horticulturae*, v.131, p.1-5, 2011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2011.09.016>
- Leonardo, M.; Broetto, F.; Villas-Bôas, R. L.; Marchese, J. A.; Tonin, F. B.; Regina, M. Estado nutricional e componentes da produção de plantas de pimentão conduzidas em sistema de fertirrigação durante indução de estresse salino em cultivo protegido. *Bragantia*, v.67, p.883-889, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052008000400010>
- Lycoskoufis, I.; Mavrogianopoulos, G.; Savvas, D.; Ntatsi, G. Impact of salinity induced by high concentration of NaCl or by high concentration of nutrients on tomato plants. *Acta Horticulturae*, v.952, p.689-696, 2012. <http://dx.doi.org/10.17660/actahortic.2012.952.87>
- Mahmoud, A. A.; Mohamed, H. F. Impact of biofertilizers application on improving wheat (*Triticum aestivum*L.) resistance to salinity. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, v.4, p.520-528, 2008.
- Medeiros, J. F. Qualidade da água de irrigação utilizada nas propriedades assistidas pelo “GAT” nos Estados do RN, PB, CE e avaliação da salinidade dos solos. Campina Grande: UFPB, 1992. 173p. Dissertação Mestrado
- Medeiros, P. R. F.; Duarte, S. N.; Uyeda, C. A.; Silva, E. F. F. Tolerância da cultura do tomate à salinidade do solo em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, p.51-55, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662012000100007>
- Medeiros, R. F.; Cavalcante, L. F.; Mesquita, F. O.; Rodrigues, R. M.; Sousa, G. G.; Diniz, A. A. Crescimento inicial do tomateiro-cereja sob irrigação com águas salinas em solo com biofertilizantes bovino. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, p.505-511, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662011000500011>
- Munns, R. Genes and salt tolerance: Bringing them together. *New Phytologist*, v.167, p.645-663, 2005. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8137.2005.01487.x>
- Oliveira, F. A.; Medeiros, J. F.; Alves, R. C.; Linhares, P. S. F.; Medeiros, A. M. A.; Oliveira, M. K. T. Interação entre salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada na cultura da berinjela. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, p.480-486, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662014000500003>

- Rhoades, J. D.; Kandiah, A.; Mashali, A. M. Uso de águas salinas para produção agrícola. Campina Grande: UFPB, 1992. 117p. Estudos da FAO, Irrigação e Drenagem, 48
- Richards, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington: US Department of Agriculture, 1954. 160p. USDA Agricultural Handbook, 60
- Silva, P. F.; Lima, C. J. G. S.; Barros, A. C.; Silva, E. M.; Duarte, S. N. Sais fertilizantes e manejo da fertirrigação na produção de tomateiro cultivado em ambiente protegido. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.17, p.1173-1180, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662013001100007>
- Sun, Y.; Feng, H.; Liu, F. Comparative effect of partial root-zone drying and deficit irrigation on incidence of blossom-end rot in tomato under varied calcium rates. Journal of Experimental Botany, v.64, p.2107-2116, 2013. <http://dx.doi.org/10.1093/jxb/ert067>
- Taiz, L.; Zeiger, E. Plant physiology. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 719p.
- Terceiro Neto, C. P. C.; Gheyi, H. R.; Medeiros, J. F.; Dias, N. S.; Campos, M. S. Produtividade e qualidade de melão sob manejo com água de salinidade crescente. Pesquisa Agropecuária Tropical, v.43, p.354-362, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S1983-40632013000400007>
- Tester, M.; Davenport, R. Na<sup>+</sup> tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants. Annals of Botany, v.91, p.503-527, 2003. <http://dx.doi.org/10.1093/aob/mcg058>
- Trani, P. E.; Tiveli, S. W.; Carrijo, O. A. Fertirrigação em hortaliças. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 2011. 51p. Série Tecnologia APTA. Boletim Técnico IAC, 196
- Yang, L.; Qu, H.; Zhang, Y.; Li, F. Effects of partial root-zone irrigation on physiology, fruit yield and quality and water use efficiency of tomato under different calcium levels. Agricultural Water Management, v.104, p.89-94, 2012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2011.12.001>