

Waleska M. Eloi²Sergio N. Duarte³Tales M. Soares⁴

Níveis de salinidade e manejo da fertirrigação sobre características do tomateiro cultivado em ambiente protegido¹

RESUMO

A produção de hortaliças em ambiente protegido vem-se tornando opção de garantia para o aumento da produtividade, porém o manejo inadequado da irrigação, a adição de fertilizantes em altas dosagens e a inexistência de chuvas promotoras de lixiviação, para o excesso de sais aplicados via água de irrigação podem trazer, como consequência, a salinização dos solos nesse ambiente, prejudicando o rendimento das culturas mais sensíveis. O experimento foi conduzido em duas etapas, sendo a primeira a construção de uma curva de salinização, a fim de auxiliar na segunda etapa que se constituiu da aplicação de seis níveis de salinidade inicial ao solo e dois tipos de manejo da fertirrigação, em área do Departamento de Engenharia Rural da ESALQ/USP. O trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes níveis de salinidade do solo e do manejo da fertirrigação, sobre a variável altura de planta, matéria seca do fruto e produção de frutos. Observou-se que o aumento da salinidade do solo reduziu o peso de frutos e a altura da planta na fase inicial de desenvolvimento da cultura e a variável matéria seca do fruto não foi influenciada pelos fatores estudados.

Palavras-chave: salinização, condutividade elétrica, *Lycopersicon esculentum* Mill

Salinity control and fertigation management on some characteristics of tomato in greenhouse

ABSTRACT

The production of vegetables in greenhouse is becoming an option to guarantee the increase in productivity. The inadequate irrigation management, the addition of fertilizers in high doses and the inexistence of precipitation to promote leaching excess of applied salts in irrigation water, can bring as consequence the soil salinization, harming the of revenue of the sensitive crops. The experiment was conducted in two stages, being the first the construction of a salinization curve, in order to aid in the second stage that was constituted of application of six levels of initial salinity to the soil and two types of fertigation management in area of the Department of Rural Engineering of ESALQ/USP, with the objective of evaluating the salinity evolution through the management of the fertigation on the variables height of plant, dry matter of the fruits and fruit production. It was observed that the increase of the salinity reduced the weight of fruits and the height of the plant in the initial phase of development of the crop and that the variable dry matter of the fruit was not influenced by the studied factors.

Key words: salinization, *Lycopersicon esculentum* Mill., electrical conductivity

² Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Pós-Graduanda, ESALQ/USP. Av.: Pádua Dias, 11 CP 9, Dep. Engenharia Rural, Piracicaba, SP. CEP 13418-900, Fone: (19) 3447-8538. FAX: (19) 3435-1840, wmeloi@esalq.usp.br

³ Engenheiro Agrônomo, Prof. Dr., ESALQ/USP, Piracicaba, SP, snduarte@esalq.usp.br

⁴ Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Pós-Graduando, ESALQ/USP, Piracicaba, SP, tmssoares@esalq.usp.br

¹ Extraída da Tese do primeiro autor,

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a crise ambiental tem sido uma preocupação constante a respeito da sustentabilidade das atividades humanas. Uma proporção considerável dos ecossistemas terrestres vem sendo ocupada e modificada pelo homem, de forma intensiva, e o ritmo de exploração dos recursos naturais parece exceder a capacidade de regeneração de muitos desses ecossistemas.

A adição de fertilizantes via irrigação, sobretudo em ambiente protegido, pode elevar os níveis de salinidade do solo, chegando a ultrapassar os limites de tolerância das culturas, causando diminuição do rendimento ao longo de ciclos sucessivos. Há necessidade de se determinar o grau de tolerância das culturas, estudar e calibrar uma metodologia para monitorar a fertirrigação neste tipo de ambiente, visando ao controle da salinidade do solo.

A fertirrigação é uma técnica que vem crescendo, principalmente em virtude da economia de fertilizantes por unidade produzida, da redução da mão-de-obra e da melhor uniformidade de distribuição de nutrientes, dentre outros fatores, mas, apesar do uso crescente, o manejo desta técnica é realizado, na maioria das vezes, de maneira empírica.

A manutenção de um nível ótimo de condutividade elétrica em cada estágio fenológico, proporcionada pelo uso dos extratores de cápsula porosa, reforça a possibilidade de se alcançar maiores produtividades para os cultivos. A extração da solução do solo por intermédio de cápsulas porosas é um dos métodos mais indicados para monitorar a concentração dos nutrientes na solução do solo, pois é possível fazer determinações em intervalos de tempo muito curtos, o que favorece o manejo em condições de campo.

Por ser o tomateiro a hortaliça mais cultivada sob ambiente protegido no Brasil, torna-se necessária a determinação do limiar de sua tolerância à salinidade induzida pelos fertilizantes usuais à sua nutrição.

A tomaticultura sob ambiente protegido é uma atividade promissora, sobretudo nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, considerando-se a maior segurança fitossanitária e climática. Tem-se a considerar, entretanto, que neste ambiente é usual o acúmulo de sais fertilizantes no solo. O desempenho do tomateiro é reconhecidamente prejudicado quando vegeta em substratos salinos, estando a espécie classificada como moderadamente sensível aos sais, segundo Ayers & Westcot (1991).

Verificam-se duas causas que proporcionam o acúmulo de sais nos solos, com maior frequência no cultivo comercial sob casas de vegetação; a primeira se deve à utilização de águas de qualidade inferior providas de poços, com alto teor de cloretos, sulfatos, carbonatos e bicarbonatos de sódio, cálcio e magnésio, e a segunda, em virtude da adição de fertilizantes de elevados índices salinos, em quantidades superiores à requerida para a nutrição das plantas, sendo esta última mais frequentemente encontrada (Silva, 2002).

É conveniente, portanto, conhecer o limite máximo de salinidade (salinidade limiar) tolerado pelas culturas quando a salinização é dada por excesso de fertilizantes. Diversos autores citam os valores de salinidade limiar para várias cultu-

ras, dentre eles Maas & Hoffman (1977), Ayers (1977), Maas (1984), Tanji (1990) e Ayers & Westcot (1991); entretanto, tais valores estão baseados no acúmulo de sais provenientes de irrigações com águas salinas. Neste contexto, Ayers & Westcot (1991) citam que o tomateiro tem um valor de salinidade limiar, expresso em termos de condutividade elétrica do extrato de saturação (CE_{es}), de 2,5 dS m⁻¹, reportando ainda que seu rendimento decresce para 50 % quando a salinidade no extrato é de 7,6 dS m⁻¹, sendo classificado, portanto, uma cultura moderadamente sensível à salinidade.

Neste sentido, estudos visando à definição da salinidade limiar tolerada pelas culturas, exploradas na presença de sais fertilizantes, bem como a avaliação do uso de extratores de solução no auxílio ao manejo da fertirrigação, são fundamentais para melhorar a produção, uma vez que se dispõe de poucos trabalhos relacionados ao efeito negativo do excesso de fertilizantes sobre o desenvolvimento e rendimento de olerícolas cultivadas em ambiente protegido.

Considerando-se as premissas expostas, objetivou-se nesse trabalho, estudar os efeitos de diferentes níveis de salinidade do solo causados por excesso de fertilizantes, sobre a variável altura de planta, matéria seca do fruto e peso de fruto do tomate cultivado em ambiente protegido.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em duas etapas, conforme metodologia adaptada de Silva (2002), sendo a primeira denominada Experimento I, desenvolvida no Laboratório de Física de Solos do Departamento de Engenharia Rural da ESALQ/USP, e a segunda, Experimento II, realizada em estufa plástica localizada na área experimental do mesmo Departamento, no município de Piracicaba, SP.

Experimento I

O experimento I consistiu de testes preliminares que possibilitaram a construção de curvas artificiais de salinização, visando direcionar o processo de salinização artificial do solo necessário à realização do segundo experimento no qual diferentes níveis de condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CE_{es}: 1,5; 2,5 3,5; 4,5; 5,5 e 6,5 dS m⁻¹), são implementados por meio da aplicação de soluções salinizantes.

Utilizou-se construção das curvas de salinização, uma solução hidropônica (Tabela 1), conforme Furlani & Pires, 2004, apud Alvarenga (2004). A opção de se utilizar uma solução hidropônica está de acordo com o cultivo fertirrigado, desde que corrigidos previamente os níveis dos nutrientes no solo.

Respeitando-se os tipos de sais para macronutrientes e as concentrações originais da solução hidropônica utilizada (Tabela 1), produziram-se soluções com concentrações salinas crescentes e se calculou, função do nível de condutividade elétrica desejada na solução, a quantidade de sais a adicionar mediante a Eq. 1, proposta por Richards (1954).

Tabela 1. Relação de sais fertilizantes usados como fonte de macronutrientes para o preparo da solução salinizante**Table 1.** List of fertilizing salts used as macronutrients source for the preparation of saline solution

Fertilizantes	Quantidades (g/100L)	Concentração (%)
Nitrato de Cálcio	6.000	0,375
Nitrato de Potássio	3.600	0,225
Fosfato Monoamônico	800	0,050
Fosfato Monopotássico	1.200	0,075
Sulfato de Potássio	1.200	0,075
Sulfato de Magnésio	3.200	0,200

Fonte: Adaptada de Alvarenga (2004)

$$C = 640 \text{ CE}_s \quad (1)$$

em que:

C - concentração de sais fertilizantes, mg L⁻¹CE_s - condutividade elétrica da solução preparada, dS m⁻¹

A partir de uma solução padrão com CE teórica de 10,5 dS m⁻¹, com equivalentes 6,720 g L⁻¹ de concentração salina, alíquotas foram tomadas para cada nível crescente de salinidade e calculadas mediante a Eq. 2, sendo os volumes de solução padrão e de água (Eq. 3) pipetados para copos plásticos descartáveis de 150 mL.

$$C_1 V_1 = C_2 V_2 \quad (2)$$

em que:

C₁ - concentração de sais na solução a preparar, mg L⁻¹V₁ - 100 mL de solução a prepararC₂ - concentração de sais na solução padrão, g L⁻¹V₂ - volume necessário, em mL, da solução padrão

$$V_{\text{água}} = 100 - V_2 \quad (3)$$

em que:

V_{água} - volume de água a se adicionar para o preparo de 100 mL de solução, mL

Utilizaram-se 21 soluções, cuja concentração variou de 0 até 6,720 g L⁻¹, com intervalos de 0,32 g L⁻¹, o que corresponde, respectivamente, às salinidades teóricas, oscilando de 0 a 10,5 dS m⁻¹, com intervalo de 0,5 dS m⁻¹, com base na Eq. 1. A amostra em branco (0 mg L⁻¹) correspondeu à condutividade elétrica inicial da água sem a adição dos fertilizantes. Determinou-se, a partir dessas soluções preparadas, a condutividade elétrica real das soluções através de um condutivímetro obtendo-se, assim, a curva que relaciona a concentração de fertilizantes e a condutividade elétrica das soluções. Encontraram-se, a da curva obtida as quantidades de nutrientes necessárias para salinização do solo nos seis níveis desejados; posteriormente, amostras de solo foram coletadas, as quais foram peneiradas e secadas ao ar e acondicionadas em vasos de 14 L tendo, em sua base perfurada uma camada de envelope de 2 cm (brita + manta geotêxtil). O material de solo

utilizado foi de um perfil classificado como Latossolo Vermelho fase arenosa, proveniente do campus da ESALQ e denominado Série "Sertãozinho".

Para adequação do solo ao programa de fertirrigação, utilizaram-se as sugestões de Raij et al. (1996) e Kemira (2004), apud Alvarenga (2004).

A curva de retenção de água no solo foi construída para tensões de até 80 kPa, utilizando-se vasos plásticos acondicionados com solo, a partir de um controle feito por tensiômetros instalados em 21 vasos, os quais foram saturados e, durante o processo de secamento, realizaram-se leituras tensiométricas e coleta de amostra para determinação da umidade do solo em laboratório, pelo método gravimétrico.

Após o acondicionamento do solo nos vasos, sua umidade foi elevada até a máxima capacidade de retenção e, concomitantemente, os sais foram adicionados diluídos na água, com o objetivo de se obter seis níveis de condutividade elétrica do extrato de saturação (CE_{es}: 1,5; 2,5 3,5; 4,5; 5,5 e 6,5 dS m⁻¹), com 3 repetições. O valor da concentração final de fertilizantes na água (C_f) aplicada ao solo, necessário para se obter os níveis de CE_{es} desejados, foi estimado com base nos níveis e proporções utilizadas na relação de salinização estabelecida na etapa anterior, corrigidos pela umidade de saturação.

As quantidades de sais adicionadas foram aquelas suficientes para se atingir os valores de CE_{es} caso o solo estivesse saturado. Para se estimar a concentração final de fertilizantes utilizou-se a relação apresentada pela Eq. 4:

$$C_f = \frac{U_s}{U_{cc}} C_i \quad (4)$$

em que:

C_f - concentração final de fertilizantes na solução salina, mg L⁻¹C_i - concentração de adubos com base na curva de salinização construída na etapa anterior, mg L⁻¹U_s - Umidade da pasta saturada, g g⁻¹U_{cc} - Umidade do solo à máxima capacidade de retenção, g g⁻¹

Retiraram-se, três dias após a adição das diversas soluções salinas, amostras de solo dos vasos, nas camadas de 0 a 0,15 m e 0,15 a 0,30 m, depois de uma raspagem na qual se eliminaram 2 cm da superfície do solo e se determinou-se, a partir dessa amostragem, a condutividade elétrica do extrato de saturação real, ou seja, aquela que corresponde aos valores encontrados no solo.

Experimento II

O Experimento II foi conduzido em uma estufa plástica. Os tratamentos, ministrados à cultura do tomateiro, se compuseram da combinação de dois fatores: salinidade inicial do solo, com seis níveis (S₁ = 1,5 dS m⁻¹; S₂ = 2,5 dS m⁻¹; S₃ = 3,5 dS m⁻¹; S₄ = 4,5 dS m⁻¹; S₅ = 5,5 dS m⁻¹ e S₆ = 6,5 dS m⁻¹) e dois tipos de manejo de fertirrigação (M₁ = de acordo com a marcha de absorção da cultura, e M₂ = com controle da condutividade elétrica da solução do solo). Os 12 tratamentos propostos foram dispostos em 48 parcelas e o delineamento

estatístico adotado empiricamente foi o de blocos completos (isto é, retirando-se aleatorizados) o com quatro repetições, permanecendo os fatores estudados arranjados no esquema fatorial 6 x 2.

Os diferentes níveis de salinidade inicial do solo visaram simular diversos estágios de salinização em ambiente protegido, encontrados possivelmente quando detectado o problema pelos agricultores. O estudo com esses níveis possibilitou verificar os efeitos da salinização na redução do crescimento, desenvolvimento e produção.

A salinização do solo foi efetuada por meio da aplicação de soluções salinas, sendo que a quantidade de sais (fertilizantes) adicionada foi determinada pela curva de salinização artificial obtida através dos resultados do Experimento I, enquanto a salinização foi realizada antes do transplante das mudas e a quantidade de água aplicada foi a necessária para elevar a umidade do solo à capacidade de campo. Detiveram-se, após a adição da solução salinizante, amostras de solo para aferir a condutividade elétrica do extrato de saturação.

As mudas foram preparadas em bandejas de isopor com 200 células, utilizando-se uma semente por célula; o transplante ocorreu 30 dias após a semeadura, quando as mudas se encontravam com 4 folhas definitivas e o transplante das mudas foi realizado em 20 de novembro de 2006, com espaçamento de 0,50 m entre plantas e 1,20 m entre fileiras. Utilizou-se a cultivar Débora Plus, tipo longa vida, que possui hábito de crescimento indeterminado, com início de colheita por volta dos 105 dias após a semeadura e ciclo de 150 dias.

As mudas foram transplantadas em vasos plásticos de 25 litros perfurados e providos de um sistema de drenagem em sua parte inferior, com 3 cm de brita nº 1 e manta geotêxtil (BIDIM OP-30); o preparo do solo foi o mesmo citado anteriormente para condução do Experimento I. Fez-se o tutoramento das plantas na vertical, utilizando-se fitilho de plástico amarrado na base de cada planta e em um arame.

Adotou-se um sistema de irrigação por gotejamento utilizando-se emissores do tipo autocompensante, com vazão nominal de 4 L h⁻¹, os quais foram previamente avaliados em campo sob condições normais de operação. O sistema de irrigação apresentou um coeficiente de uniformidade de distribuição de 94,13 %. O manejo de irrigação foi realizado com base em dados de potencial mátrico da água no solo, obtidos de tensiômetros instalados a 0,15 m de profundidade, e da curva característica de retenção de água no solo, construída concomitantemente ao Experimento I.

A aplicação da irrigação foi realizada de acordo com a recomendação de Alvarenga (2004), sempre que a tensão se encontrava entre 15 a 20 kPa. A quantidade de água aplicada era a suficiente para elevar a umidade à capacidade de campo, calculada mediante as médias das leituras tensiométricas, para cada tratamento.

A aplicação dos fertilizantes se deu via água de irrigação, em que os tratamentos foram diferenciados em função dos manejos M₁ e M₂. O manejo M₁ baseou-se na marcha de absorção da cultura apresentada por Alvarenga (2004), que recomenda os seguintes valores totais para adubação de 1.000 plantas de tomateiro, via fertirrigação: N = 35 kg, P = 14 kg, K = 75 kg e Ca = 10 kg. A frequência da fertirrigação foi sema-

nal, conforme o sugerido pelo autor citado; já para os tratamentos referentes ao manejo M₂, realizou-se a fertirrigação semanalmente com vistas a manter os níveis iniciais de condutividade elétrica na solução do solo para cada tratamento. A quantidade de fertilizantes aplicada foi calculada para que a solução do solo se mantivesse no nível de CE inicial (1,5; 2,5; 3,5; 4,5; 5,5 ou 6,5 dS m⁻¹); para este cálculo, utilizou-se a fórmula de mistura de soluções (Eq. 5), em consentimento com a marcha de absorção de nutrientes pela cultura. Desta forma, a condutividade elétrica na solução do solo foi o controlador do manejo da fertirrigação. Quando não foi necessário aplicar fertilizantes, realizou-se apenas a irrigação.

$$CE_c = \frac{V_{cc} \cdot CE_{esd} - V_a \cdot CE_a}{V_r} \quad (4)$$

em que:

V_{cc} - Volume de água armazenado no solo, à capacidade de campo, L

CE_{esd} - Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo desejada, dS m⁻¹

V_a - Volume atual de água armazenado no solo, dS m⁻¹

CE_a - Condutividade elétrica atual do solo, dS m⁻¹

V_r - Volume de água no solo necessário para se atingir a capacidade de campo, L

CE_c - Condutividade elétrica da solução de correção para se atingir a CE_{esd}, dS m⁻¹

De acordo com o programado para o manejo M₁, ou com o necessário para o manejo M₂, os fertilizantes utilizados (nitrato de cálcio, nitrato de potássio, fosfato monoamônico, fosfato monopotássico, sulfato de potássio e sulfato de magnésio) foram diluídos nas águas de irrigação, armazenadas em caixas de PVC, correspondentes cada tipo de manejo.

A condutividade elétrica da solução foi medida após o término de cada evento de irrigação utilizando-se, para extração da solução, cápsulas porosas sob vácuo. Os valores de condutividade elétrica determinada mediante a solução extraída pelas cápsulas porosas, foram corrigidos para a umidade de saturação, conforme sugerido por Silva (2002) Eq. 6.

$$C_{estimada\ cp} = \frac{C_{cp} \cdot U_{cp}}{U_s} \quad (5)$$

em que:

C_{estimada cp} - condutividade elétrica ou concentração de íons no extrato de saturação, estimada a partir dos valores medidos na solução do solo obtida com extrator de cápsula, dS m⁻¹ ou mmol_c L⁻¹;

C_{cp} - condutividade elétrica ou concentração de íons na solução do solo, obtida com extrator de cápsula porosa, dS m⁻¹ ou mmol_c L⁻¹

U_{cp} - umidade do solo no momento da retirada da solução com o extrator de cápsula porosa, g g⁻¹

U_s - umidade do solo na pasta saturada, g g⁻¹

As características avaliadas relacionadas à cultura durante o ciclo foram: altura das plantas, determinada medindo-se da superfície do solo até o ponteiro da planta, com frequência semanal, até a poda apical (1,80 m); produção total dos frutos, que foi avaliada após o início do período produtivo; os frutos foram colhidos com frequência semanal e a matéria seca dos frutos determinada em todas as colheitas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Realizou-se a salinização do solo com base nos resultados obtidos no primeiro experimento e se obteve uma correlação entre os valores de 0,9995 (Figura 1), possibilitando bom resultado do processo de salinização; as demais aplicações de soluções ao solo foram realizadas com o objetivo apenas de se manter os níveis iniciais de salinidade para o manejo dois; usou-se com essa finalidade, a fórmula de mistura de soluções, em razão de ter apresentado bom desempenho.

Segundo a análise de variância (Tabela 2), as concentrações de sais na água de irrigação influenciaram significativamente os resultados da variável altura até os 28 dias após o transplântio (DAT), a partir do qual não se verificaram diferenças no desenvolvimento da cultura.

De acordo com Dias (2004), dentre as fases do ciclo de diversas culturas a germinação e o desenvolvimento inicial são as mais sensíveis aos efeitos da salinidade e sua toxicidade; já Oliveira et al. (2007), utilizando água de característica salina em diferentes diluições com água de chuva, para o cultivo de tomate em ambiente protegido, verificaram que os níveis de sais na água de irrigação reduziram de forma significativa, a altura de plantas ao longo de todo o ciclo da cultura, divergindo do observado com a salinização provocada pelo uso de fertilizantes nas condições estudadas.

A Figura 2 apresenta os resultados da altura de plantas concluindo-se, por meio de análise de regressão ($p < 0,01$) que o efeito foi linear decrescente. O modelo estimado permite afirmar-se que o decréscimo na altura das plantas foi da ordem de 0,9417; 1,0595 e 1,6143 cm, respectivamente, para 7, 21 e 28 DAT, por aumento unitário na condutividade elétrica; esta redução na altura das plantas mostra o comportamento

Tabela 2. Resultados da análise de variância (quadrados médios) de altura de plantas ao longo do ciclo do tomate submetido a diferentes níveis de salinidade e manejo da fertirrigação

Table 2. Results of the variance analysis (mean squares) of plant height along the tomato cycle, submitted to different salinity levels and fertigation management

Fator	Dias após transplântio							
	7	21	28	36	46	52	63	70
Bloco	4,83 ^{ns}	10,29 ^{ns}	22,27 ^{ns}	419,83*	118,53 ^{ns}	189,14 ^{ns}	161,36 ^{ns}	0 ^{ns}
Salinidade (S)	42,28**	50,53**	117,77**	139,83 ^{ns}	76,43 ^{ns}	66,13 ^{ns}	131,36 ^{ns}	0 ^{ns}
Manejo (M)	1,25 ^{ns}	0,68 ^{ns}	22,22 ^{ns}	260,68 ^{ns}	107,55 ^{ns}	65,74 ^{ns}	0,98 ^{ns}	0 ^{ns}
S x M	5,79*	13,21 ^{ns}	24,42 ^{ns}	48,25 ^{ns}	25,49 ^{ns}	91,52 ^{ns}	73,53 ^{ns}	0 ^{ns}
CV (%)	6,55	6,99	7,60	12,54	7,83	8,81	7,20	0 ^{ns}

^{ns} Não significativo a nível de 0,05 de probabilidade pelo teste F

* Significativo a nível de 0,05 de probabilidade pelo teste F

** Significativo a nível de 0,01 de probabilidade pelo teste F

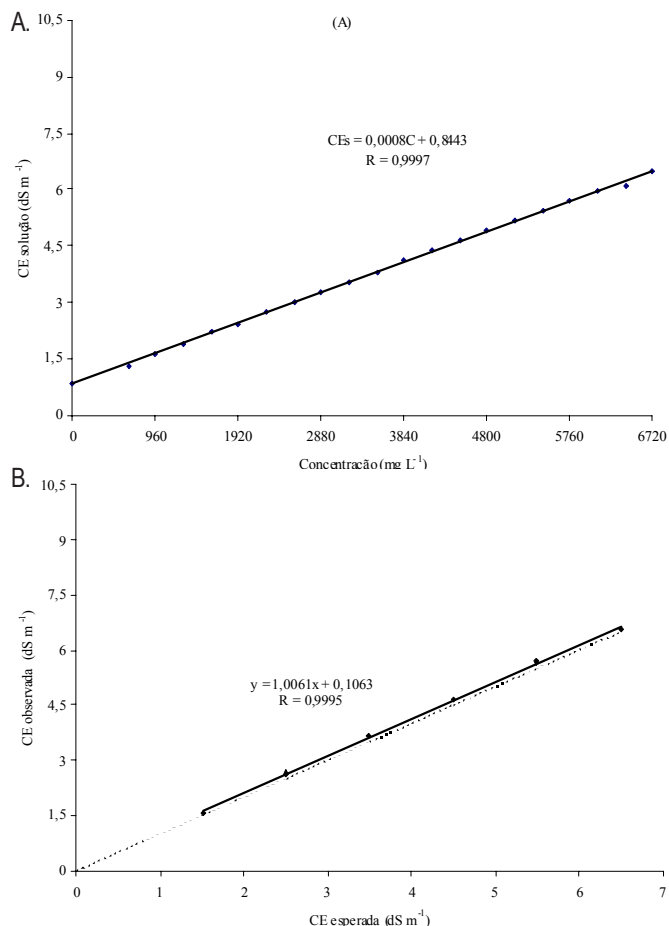


Figura 1. Diagrama de dispersão entre a concentração das soluções salinas e a condutividade elétrica das soluções utilizadas (A) e CEes esperada e a CEes observada após a salinização do solo(B)

Figure 1. Dispersion diagram between the concentration of the saline solution and the electrical conductivity of the used solution (A) and expected CEes and observed CEes after the soil salinization (B)

da sensibilidade do tomateiro aos níveis de salinidade provocados pela adição de fertilizantes na água de irrigação, durante sua fase inicial de crescimento.

Em relação à percentagem de matéria seca do fruto observa-se, com base na análise de variância (Tabela 3), que não houve efeito da salinidade inicial do solo e do manejo da fer-

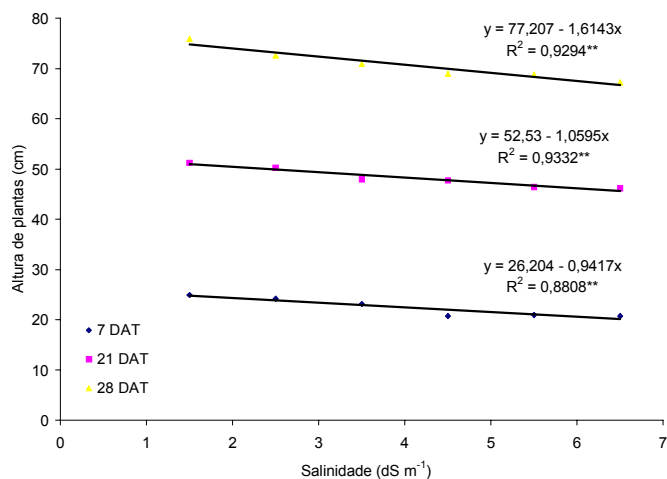


Figura 2. Altura de planta em função dos níveis de salinidade na água de irrigação proporcionada pela adição de fertilizantes

Figure 2. Plant height as a function of the salinity levels in the irrigation water proportionated by addition of fertilizers

Tabela 3. Resultado da análise de variância (quadrados médios) referente à percentagem de matéria seca do fruto do tomate submetido a diferentes níveis de salinidade e manejo da fertirrigação

Table 3. Result of the variance analysis (medium squares) of percentage of dry matter of tomato fruit submitted to different salinity levels and fertigation management

Fator	Quadrado médio da matéria seca do fruto
Bloco	4,09 ^{ns}
Salinidade (S)	2,88 ^{ns}
Manejo (M)	1,00 ^{ns}
S x M	4,17 ^{ns}
CV (%)	26,88

^{ns} Não significativo a nível de 0,05 de probabilidade pelo teste F

tirrigação sobre a matéria seca do fruto. Os resultados obtidos indicam não haver correlação alguma entre os níveis de salinidade e manejos adotados, em relação à percentagem de matéria seca do fruto.

A percentagem de matéria seca não apresentou grandes variações entre os resultados, indicando comportamento semelhante entre os tratamentos para esse fator, como pode ser observado na Figura 3. Os valores encontrados para os níveis de salinidade e manejo variaram entre 6,05 e 7,85 %.

Referente à produção total obtida em resposta aos diferentes níveis de salinidade e manejo, a análise de variância (Tabela 4) indica que os diferentes níveis de salinidade influenciaram significativamente ($p < 0,01$) os resultados obtidos.

Segundo Maas & Hoffman (1977), a tolerância de várias culturas a salinidade é convencionalmente expressa em termos de rendimento relativo. A produção máxima do tomateiro correspondente a 100% da produção relativa, foi de 2,057 kg planta⁻¹; aplicada a regressão segmentada aos dados de produção relativa (Figura 4), verificou-se que a salinidade limiar (SL) do tomate cultivar Débora Plus, foi de 3,03 dS m⁻¹. Para valores de condutividade elétrica do extrato de saturação

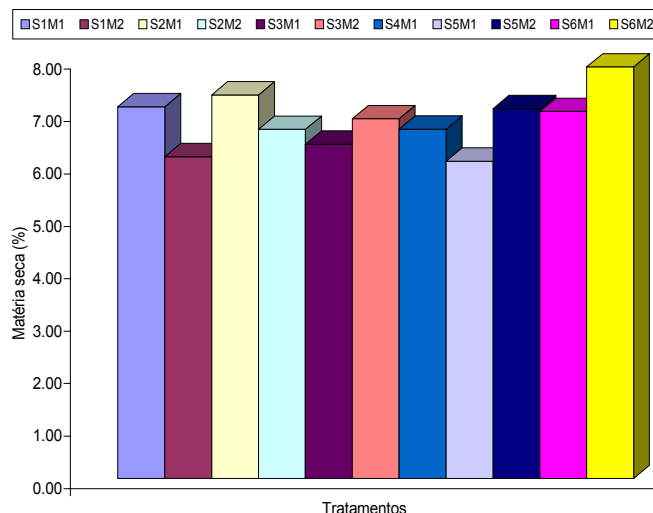


Figura 3. Percentagem de matéria seca do fruto de tomate, em função dos níveis de salinidade na água de irrigação proporcionada pela adição de fertilizantes

Figure 3. Percentage of dry matter of tomato fruit as a function of salinity levels in the irrigation water proportionated by addition of fertilizers

Tabela 4. Resultados da análise de variância (quadrados médios) referentes ao peso do fruto do tomateiro submetido a diferentes níveis de salinidade e manejo da fertirrigação

Table 4. Results of the variance analysis (mean squares) of weight of tomato fruit submitted to different salinity levels and fertigation management

Fator	Quadrado médio do peso do fruto
Bloco	26.189,33 ^{ns}
Salinidade (S)	858.262,41 ^{**}
Manejo (M)	143.807,46 ^{ns}
S x M	68.760,32 ^{ns}
CV (%)	18,15

^{ns} Não significativo a nível de 0,01 de probabilidade pelo teste F

^{**} Significativo a nível de 0,01 de probabilidade pelo teste F

(CEes) acima de 3,03 dS m⁻¹, a produção relativa decresce 10,95% por aumento unitário da CEes.

Comparando-se esses resultados com os encontrados por Ayers & Westcot (1991) e Rhoades et al. (1992) mostraram, para o tomateiro, valor de salinidade limiar, expresso em termos de condutividade elétrica do extrato de saturação, de 2,5 dS m⁻¹ com decréscimo relativo de produtividade por unidade de CEes para a cultura de 9,0 %, sendo o valor encontrado por eles relativo ao uso de água salina observa-se, nas condições estudadas, maior tolerância da cultura à salinidade provocada pelo uso da fertirrigação.

O tomateiro é classificado como cultura moderadamente sensível a salinidade em relação ao uso de águas salinas (Ayers & Westcot, 1991), porém constatou-se em relação à salinidade provocada pelo uso dos fertilizantes, que a cultura pode ser classificada moderadamente tolerante à salinidade, nas condições estudadas. A mudança da classificação pode ter ocorrido devido às diferenças das condições locais de onde os trabalhos foram desenvolvidos e pelo sistema e manejo da irrigação adotado. De acordo com Rhoades et al. (1992), a irrigação por gotejamento reduz os efeitos da salini-

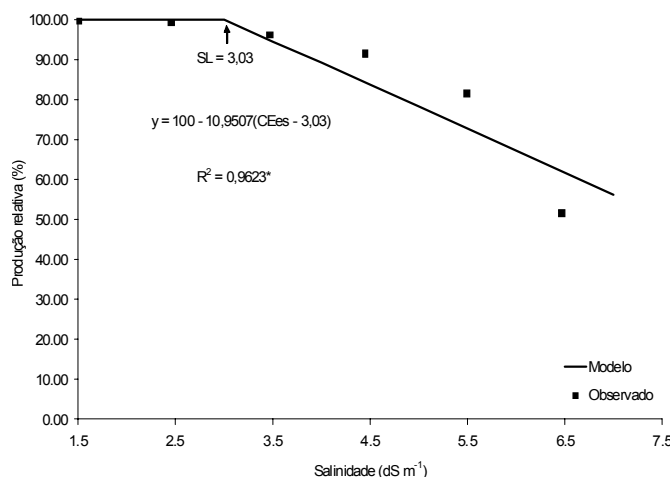


Figura 4. Produção relativa do tomateiro em função dos níveis de condutividade elétrica do extrato de saturação do solo proporcionada pela adição de fertilizantes

Figure 4. Relative yield of tomato as a function of the levels of electrical conductivity of the saturation extract of the soil proportionated by addition of fertilizer

dade à cultura, pois os sais tendem a ser transportados para a periferia do bulbo úmido.

A menor redução no rendimento do tomateiro em relação ao encontrado por Ayers & Westcot (1991) e Rhoades et al. (1992) pode também ser atribuída aos tipos de sais utilizados.

CONCLUSÕES

1. O aumento da salinidade do solo reduz a altura inicial das plantas e a produção de frutos de tomate, não havendo influência do método de manejo da fertirrigação;
2. A cultivar de tomate Débora Plus tolera até 3,03 dS m⁻¹ de condutividade elétrica do extrato de saturação proporcionada pela adição de fertilizantes, sem haver prejuízos significativos sobre a produção total.

LITERATURA CITADA

Alvarenga, M. A. R. Tomate: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia. Lavras: UFLA, 2004. 400p.
Ayers, R.S. Quality of irrigation water. Journal of Irrigation Drainage. v 103. p 135-54. 1977.

Ayers, R.S.; Westcot, D.W. Qualidade de água na agricultura. Trad. GHEYI, H.R.; MEDEIROS, J.F.; DAMASCENO, F.A.V. Campina Grande: UFPB, 1991. 218p. (FAO. Estudos de Irrigação e Drenagem, 29).

Bernardo, S. Manual de irrigação. 6^a ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1995. 657p.

Dias, N.S. Manejo da fertirrigação e controle da salinidade em solo cultivado com melão rendilhado sob ambiente protegido. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2004. 110p. Tese Doutorado.

FNP Consultoria e Comércio. Agriannual 2006: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: Argos Comunicação, 2006. 504p.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations: FAOSTAT. Database. Disponível em: <http://faostat.fao.org>. Acesso em: 27 fev. 2006.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento sistemático da produção agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. Rio de Janeiro: IBGE. 2000. 76p.

Maas, E.V. Salt tolerance of plants. In: Christie, B.R. (ed.) The handbook of plant science in agriculture. Boca Raton, Florida: CRC Press. 1984. p.57 - 75.

Maas, E.V.; Hoffman, G.J. Crop salt tolerance - Current Assessment. Journal of Irrigation and Drainage Division. 1977. ASCE. v.103, n IR2, p.115-34.

Martins, G. Uso de casa-de-vegetação com cobertura plástica na tomaticultura de verão. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", 1992. 65p. Tese Doutorado.

Oliveira, B.C.; Cardoso, M.A.A.; Oliveira, J.C.; Oliveira, F. A.; Cavalcante, L.F. Características produtivas do tomateiro submetido a diferentes níveis de sais, na água de irrigação. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.11, n.1, p.11-16, 2007.

Rhoades, J. D; Kandiah, A.; Mashali, A. M. Uso de águas salinas para produção agrícola. Campina Grande, UFPB, 1992. 117p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 48)

Silva, E.F.F. Manejo da fertirrigação e controle da salinidade na cultura do pimentão utilizando extratores de solução do solo. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2002. 136p. Tese Doutorado.

Tanji, K.K.(ed.) Agricultural salinity assessment and management. New York : ASCE. 1990. 610p. (ASCE Manuals and Reports of Engineering Practices, 71).