



Doses de N e K no tomateiro sob estresse salino: III. Produção e qualidade de frutos

Flávio F. Blanco¹ & Marcos V. Folegatti²

RESUMO

A aplicação de doses elevadas de fertilizantes pode aumentar a tolerância das culturas aos sais, reduzindo o desequilíbrio nutricional causado pela salinidade. Para testar a hipótese, desenvolveu-se um estudo para avaliar a produção e a qualidade de frutos de tomate, híbrido Facundo, irrigado com água salina, sob diferentes doses de N e K. O trabalho foi conduzido em um ambiente protegido e os tratamentos se compunham da combinação de três níveis de N (7,5; 15,0 e 22,5 g por planta de N) e três níveis de K (8, 16 e 24 g por planta de K₂O) aplicados via fertirrigação por gotejamento, no esquema fatorial 3 x 3, com cinco repetições sendo que, à água de irrigação, também foram adicionados os sais cloreto de sódio e cloreto de cálcio para obtenção de condutividade elétrica da água de 9,5 dS m⁻¹. Não se verificaram efeitos dos tratamentos sobre os componentes de produção (produtividade, tamanho e peso médio dos frutos) nem sobre alguns parâmetros de qualidade dos frutos (concentração de nutrientes, sólidos solúveis e acidez titulável), ocorrendo aumento da concentração de K e redução de Na/K nos frutos, com o aumento da dose de K. Concluiu-se que a aplicação de doses elevadas de N e K não contribuiu para o aumento da tolerância do tomateiro a salinidade.

Palavras-chave: *Lycopersicon esculentum*, fertirrigação, nutrição de plantas

Doses of N and K in tomato under saline stress: III. Production and fruit quality

ABSTRACT

The application of high doses of fertilizers could increase the tolerance of crops to salts by reducing the nutritional imbalance caused by salinity. In order to test this hypothesis, a study was conducted to evaluate the production and quality of tomato fruits, hybrid Facundo, irrigated with saline water, under different doses of N and K. The work was conducted in a greenhouse and the treatments were composed of the combination of three levels of N (7.5, 15.0 and 22.5 g per plant of N) and three levels of K (8, 16 and 24 g per plant of K₂O) applied through drip fertigation, in the 3 x 3 factorial design, with five replications. Also the salts sodium chloride and calcium chloride were also added to irrigation water for obtaining an electrical conductivity of the irrigation water of 9.5 dS m⁻¹. Effects of the treatments were not verified on the production components (yield, size and mean weight of fruits) nor on some parameters of the quality of the fruits (concentration of nutrients, soluble solids and titratable acidity), the concentration of K increased and the ratio Na/K reduced in the fruits with increasing dose of K. It was concluded that the application of high doses of N and K did not contribute to the increase the tolerance of tomato to salinity.

Key words: *Lycopersicon esculentum*, fertigation, plant nutrition

¹ Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias, 5650, CEP 64006-220, Teresina, PI. Fone: (86) 3225-1141. E-mail: flavio@cpamn.embrapa.br

² USP/ESALQ. Av. Pádua Dias 11, CEP 13418-900, Piracicaba, SP. Fone: (19) 3429-4380. E-mail: mvfolega@carpa.ciagri.usp.br

INTRODUÇÃO

O acúmulo de sais no solo em cultivos protegidos é bastante comum devido, principalmente: às altas doses de fertilizantes aplicados, à falta de lixiviação dos sais acumulados após um cultivo e à utilização de águas de má qualidade (Blanco, 2004).

A salinidade máxima do extrato de saturação do solo tolerada pelo tomateiro, é de $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ (Maas & Hoffman, 1977), embora possa existir resposta diferenciada à salinidade entre as diferentes cultivares (Gorham, 1995; Alian et al., 2000). Sob salinidade moderada, a redução no rendimento do tomateiro se deve sobretudo à redução no peso médio de frutos, enquanto em condições de alta salinidade a redução na produtividade é resultado do menor número de frutos por planta (Cuartero & Muñoz, 1999); além disso, a salinidade aumenta a incidência de podridão apical (Martinez et al., 1987; Cuartero & Muñoz, 1999), tornando os frutos inutilizáveis tanto para consumo quanto para a indústria.

As principais variáveis relacionadas à qualidade dos frutos do tomateiro, são a concentração de nutrientes, a concentração de sólidos solúveis e a acidez titulável, as quais têm relação direta com o estado nutricional da planta. O K pode aumentar a produção em cerca de 30% (Freire et al., 1980) e, em condições de carência desse nutriente, pode ocorrer redução do peso médio e do tamanho dos frutos e da concentração de sólidos solúveis (Castellane, 1982). Por outro lado, Hobson & Davies (1971) observaram que os níveis de macronutrientes no solo tiveram pouca influência sobre o teor de açúcar nos frutos, enquanto Macêdo (2002), fertirrigando o tomateiro com doses de K_2O que variaram de 300 a 900 kg ha^{-1} , não obteve diferenças significativas para concentração de sólidos solúveis e acidez titulável dos frutos. Mitchell et al. (1991) concluíram que o efeito da salinidade no aumento da concentração de sólidos solúveis e da acidez do tomate foi devido à redução do acúmulo de água nos frutos e não à síntese ou acúmulo de solutos orgânicos e inorgânicos.

Em geral, a salinidade promove um desbalanço nutricional nas plantas em virtude da competição entre os sais e os nutrientes no processo de absorção (Navarro et al., 2003; Demiral, 2005) e poucos estudos têm sido conduzidos para avaliar a resposta do tomateiro à adubação sob condições de salinidade. A aplicação de altas doses de fertilizantes pode ser uma técnica utilizada para compensar a menor absorção de nutrientes em condições salinas e, assim, aumentar a tolerância das culturas à salinidade (Cuartero & Muñoz, 1999); entretanto, existem poucas evidências de que a adição de nutrientes em níveis acima daqueles considerados ótimos em ambientes não-salinos melhora o crescimento e a produção das culturas, em ambientes salinos (Grattan & Grieve, 1999).

Em condições hidropônicas e utilizando solução de Hoagland a 50%, Lopez & Satti (1996) obtiveram perda de apenas 3 e 7% no número de frutos de tomate por planta, em relação ao rendimento das plantas cultivadas em solução nutritiva sem NaCl, quando aumentaram as concentrações de Ca ($+20 \text{ mM Ca}(\text{NO}_3)_2$) e K ($+5 \text{ mM KNO}_3$) na solução nutritiva salina ($50 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$ de NaCl) respectivamente,

demonstrando a possibilidade de aumento de produção em condições salinas pela aplicação de doses elevadas de fertilizantes. Por outro lado, Carvajal et al. (2000) verificaram pequeno aumento da produtividade com o aumento das concentrações de K, Ca e Mg na solução nutritiva salina, porém a produção foi bastante abaixo daquela observada para plantas cultivadas na solução com baixo teor de sais.

Objetivou-se, neste estudo, avaliar a produção e a qualidade dos frutos de tomate sob diferentes doses de N e K aplicadas via fertirrigação, utilizando-se água de irrigação de alta salinidade.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em um ambiente protegido situado na área experimental do Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP, no município de Piracicaba, SP, em vasos contendo 60 kg de material de solo coletado na camada de 0-0,30 m de um Latossolo Vermelho Amarelo, cujas características químicas e físicas, analisadas por ocasião da preparação do solo, antes da adubação de fundação, foram: areia, silte e argila = $710, 40$ e 250 kg m^{-3} , respectivamente, $\text{pH} = 5,1$, matéria orgânica = 13 g dm^{-3} , P, S e Na = $6, 14$ e $6,9 \text{ mg dm}^{-3}$, respectivamente, K, Ca, Mg = $1,1, 12$ e $5 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente, V = 53% e CTC = $34,4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$. A adubação de fundação foi feita aplicando-se 100 g de termofosfato por vaso, o qual foi misturado manualmente ao solo a fim de distribuir homogeneamente o fertilizante na camada de 0-30 cm. O termofosfato apresentava a seguinte composição: 17,5% P_2O_5 , 28% CaO, 14,5% MgO, 0,55% Zn, 0,12% Mn, 0,1% B, 0,05% Cu e 0,006% Mo. Devido às características de correção da acidez do solo desse fertilizante, a calagem não foi realizada.

Mudas de tomateiro, híbrido ‘Facundo’, foram transplantadas para os vasos em 23/10/2001, no espaçamento de $1 \times 0,5 \text{ m}$, no fundo dos quais foram feitas perfurações e adicionada uma camada de 3 cm de brita, coberta com um disco de manta geotêxtil (bidim) para permitir a drenagem do excesso de água.

Os tratamentos se compunham de três níveis de nitrogênio ($\text{N1} = 7,5$; $\text{N2} = 15,0$; $\text{N3} = 22,5 \text{ g}$ por planta de N) e de potássio ($\text{K1} = 8$; $\text{K2} = 16$ e $\text{K3} = 24 \text{ g}$ por planta de K_2O), com nove tratamentos e cinco repetições, em blocos casualizados, arranjos no esquema fatorial 3×3 . Os fertilizantes nitrogenado e potássico utilizados foram o nitrato de amônio e o cloreto de potássio, respectivamente. A irrigação foi realizada por gotejamento e a condutividade elétrica da água de irrigação foi elevada para $9,5 \text{ dS m}^{-1}$, utilizando-se cloreto de sódio e cloreto de cálcio e o pH médio foi de 6,3. O detalhamento da metodologia utilizada no cultivo do tomateiro está apresentado em Blanco et al. (2008).

Após o início do período de produção, realizaram-se desbrotas e raleio de frutos, semanalmente, permitindo o desenvolvimento de apenas 4 frutos por cacho. As colheitas foram iniciadas em 28/12/2001; aos 66 dias após o plantio (DAT), e realizadas em intervalos de 1 a 4 dias, cujos frutos foram colhidos quando já apresentavam coloração

avermelhada devido às características longa-vida do híbrido utilizado. Determinaram-se as variáveis: número de frutos por planta, produtividade, peso médio dos frutos, tamanho e características qualitativas dos frutos.

Para avaliação do tamanho dos frutos, mediu-se o diâmetro de todos os frutos colhidos e o de cada fruto correspondeu à média de duas leituras perpendiculares entre si, efetuadas na região central do fruto, onde ocorre o maior diâmetro. A análise dos frutos, quanto às características de qualidade, foi realizada por ocasião das colheitas efetuadas na última semana do período de cultivo, determinando-se o teor de macronutrientes, sólidos solúveis e acidez total titulável.

Realizou-se a análise de macronutrientes em laboratório, segundo a metodologia descrita por Malavolta et al. (1997). Quatro frutos de cada planta foram triturados e homogeneizados, sendo a determinação dos sólidos solúveis realizada em um refratômetro. Uma alíquota de 10 g foi tomada e colocada em um erlenmeyer com 100 ml de água destilada, sobre um agitador. Determinou-se a acidez titulável através da titulação com solução 0,1 N de NaOH, até que a solução atingisse pH de 8,1, conforme metodologia recomendada pelo Instituto Adolfo Lutz (Pregnotto & Pregnotto, 1985). A concentração de sólidos solúveis foi expressa em °Brix e a acidez titulável em porcentagem de ácido cítrico, calculada por:

$$AT = \frac{V N E}{10M}$$

em que AT é a acidez titulável (%), V é o volume da solução de NaOH gasto para atingir pH de 8,1 (mL), N é a normalidade da solução de NaOH, E é o equivalente-grama do ácido predominante (64,02 g para ácido cítrico) e M é a massa da amostra utilizada (g).

Avaliaram-se os efeitos dos diferentes níveis de N e K sobre as variáveis medidas, pelos métodos convencionais da análise de variância (teste F), aplicando-se o teste de regressão polinomial de segunda ordem para os casos em que ocorreu efeito significativo, conforme Nogueira (1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis relacionadas à produção não foram afetadas pelos níveis de N e K (Tabela 1). A produtividade total não apresentou grandes variações entre os tratamentos empregados, com média de 266 g por planta, sendo que de cada planta foram colhidos em torno de 14 a 16 frutos. Cada fruto teve peso médio de 18,2 g e diâmetro de 3,1 cm.

Trabalhos têm demonstrado aumento de produtividade do tomateiro com o aumento da dose de N (Winsor et al., 1967; Adams et al., 1978; Ferreira et al., 2003) e de K (Saxena et al., 1975; Sampaio, 1996; Churata-Masca et al., 2001) aplicadas, embora a ausência de resposta a esses nutrientes também tenha sido verificada por diversos autores (Pill et al., 1978; Bojórquez et al., 2001; Macêdo, 2002). Como o presente estudo foi realizado em condições de alta salinidade (CE média da solução do solo de 12,7 dS m⁻¹), com a redução do crescimento das plantas ocorreu, conseqüentemente, a redu-

Tabela 1. Valores médios e resumo da análise de variância para produtividade (Prod), número de frutos por planta (NFP), diâmetro do fruto (DF) e peso médio do fruto (PMF) de tomate, em função das doses de N e K, aplicadas via fertirrigação

Causa da variação	Prod g planta ⁻¹	NFP frutos planta ⁻¹	DF cm	PMF g fruto ⁻¹
Doses de N				
N1 (7,5 g planta ⁻¹ de N)	267	15,3	3,1	18,1
N2 (15,0 g planta ⁻¹ de N)	262	14,5	3,2	19,3
N3 (22,5 g planta ⁻¹ de N)	268	16,4	3,1	17,3
Teste F	ns	ns	ns	ns
Doses de K				
K1 (8 g planta ⁻¹ de K ₂ O)	267	15,7	3,1	18,3
K2 (16 g planta ⁻¹ de K ₂ O)	282	14,8	3,2	19,7
K3 (24 g planta ⁻¹ de K ₂ O)	248	15,6	3,0	16,7
Teste F	ns	ns	ns	ns
N x K	ns	ns	ns	ns
CV (%)	24,8	17,3	9,6	24,3

ns Não-significativo pelo teste F

ção das quantidades de nutrientes requeridas, fazendo com que as menores doses aplicadas fossem suficientes para garantir o desenvolvimento e a produção da cultura; assim, como o aumento da dose de fertilizantes não promoveu aumento da produção, a dose mínima foi suficiente para a obtenção da produção máxima e aumentos na produtividade só seriam esperados se as maiores doses de nutrientes aplicadas promovessem aumento da tolerância da cultura à salinidade.

Os baixos valores de peso médio e diâmetro dos frutos são decorrentes do efeito da exposição prolongada à salinidade. Verifica-se, na Figura 1, declínio acentuado do peso médio dos frutos ao longo das colheitas, devido ao efeito da salinidade e, também, às características intrínsecas da cultura, visto que o tamanho e, conseqüentemente, o peso médio dos frutos, tendem a reduzir ao longo do período produtivo (Ho & Hewitt, 1986).

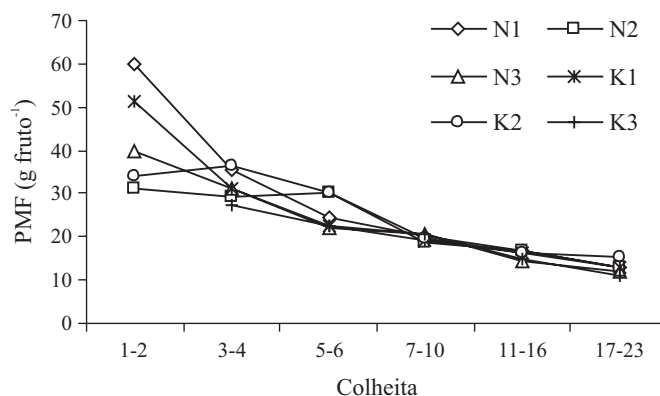


Figura 1. Peso médio dos frutos de tomate ao longo do período produtivo, para cada nível de N e K, aplicado via fertirrigação

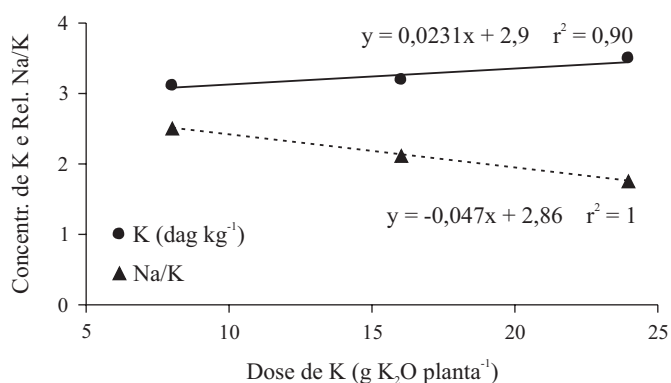
Os valores médios observados para as variáveis relacionadas à qualidade dos frutos (Tabela 2) encontram-se dentro das faixas observadas por outros autores (Maher, 1976; Castro, 1976; Haag et al., 1978; Dechen, 1980). Os níveis de N não exerceram efeito algum sobre as variáveis analisadas, enquanto os teores de N, K e Na/K nos frutos foram afetados pelos níveis de K.

Tabela 2. Valores médios e resumo da análise de variância para concentração de nutrientes, sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT) de frutos de tomate, em função das doses de N e K aplicadas via fertirrigação

Causa da variação	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl	Na	Na/K	Na/Ca	Na/Mg	Na/(Ca+Mg)	SS °Brix	AT# %
	dag kg ⁻¹													
Doses de N														
N1 (7,5 g planta ⁻¹ de N)	3,2	0,19	3,3	0,23	0,13	0,25	5,3	8,5	2,1	28,9	52	18,6	10,0	1,01
N2 (15,0 g planta ⁻¹ de N)	3,2	0,20	3,2	0,24	0,13	0,26	5,3	9,2	1,9	25,2	47	16,4	9,6	0,94
N3 (22,5 g planta ⁻¹ de N)	3,2	0,22	3,3	0,23	0,13	0,29	5,5	9,8	2,2	29,9	56	19,5	9,6	0,91
Teste F [§]	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Doses de K														
K1 (8 g planta ⁻¹ de K ₂ O)	3,2	0,20	3,1	0,25	0,13	0,26	5,0	11,2	2,5	29,8	59	19,8	9,7	0,97
K2 (16 g planta ⁻¹ de K ₂ O)	2,8	0,19	3,2	0,22	0,13	0,27	5,7	9,3	2,1	29,5	51	18,7	9,8	0,94
K3 (24 g planta ⁻¹ de K ₂ O)	3,5	0,22	3,5	0,23	0,13	0,28	5,4	6,9	1,7	24,8	46	16,1	9,8	0,95
Teste F [§]	Q	ns	L	ns	ns	ns	ns	ns	L	ns	ns	ns	ns	ns
N x K	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	16,7	14,2	5,7	4,0	6,1	16,7	29,3	7,0	48,2	59,2	49,8	54,6	8,7	9,0

Valores expressos em porcentagem de ácido cítrico; ns não significativo pelo teste F; § L significativo a 0,05 de probabilidade pelo teste de regressão linear; Q significativo a 0,01 de probabilidade pelo teste de regressão quadrática

Para cada incremento unitário na dose de K aplicada acima da dose mínima (8 g planta⁻¹) houve aumento de 0,75% na concentração de K e redução de 1,9% na relação Na/K, ou seja, o aumento da dose de K teve maior efeito na redução da relação Na/K que no aumento da concentração de K nos frutos (Figura 2).

**Figura 2.** Concentração de K e relação Na/K nos frutos de tomate, em função das doses de K aplicadas via fertirrigação

Embora o aumento da concentração de sólidos solúveis (SS) e da acidez titulável (AT) com o aumento da adubação potássica tenha sido relatado para o tomate (Castellane, 1982; Ho & Adams, 1995), neste estudo não se constatou efeito das doses de K sobre SS e AT, concordando com resultados obtidos por outros autores (Hobson & Davies 1971; Picha & Hall, 1982; Sampaio, 1996; Macêdo, 2002; Hebbar et al., 2004).

Os valores médios comumente obtidos para SS e AT de frutos de tomateiro se situam na faixa de 4 a 6 para SS e 0,3 a 0,4 para AT (Picha & Hall, 1982; Wolk et al., 1983; Mitchell et al., 1991; Alcántar et al., 1999; George et al., 2004). Como SS e AT são fatores que apresentam alta correlação com o sabor e aroma do fruto de tomate (Auerswald et al., 1999; Yilmaz, 2001), a aplicação de sais na água de irrigação ou a utilização de água de salinidade moderada, como meio utilizado para obtenção de frutos de alta qualidade co-

mercial, pode elevar SS e AT para valores acima de 8 °Brix e 1%, respectivamente (Sakamoto et al., 1999; Pascale et al., 2001), valores estes bem acima daqueles geralmente observados em cultivos convencionais, o que explica os altos valores observados no presente estudo.

Davies (1964) propôs que a acidez dos frutos de tomate aumenta com a relação cátions:ânions como forma de manter a eletroneutralidade nos tecidos do fruto. A partir dos dados apresentados na Tabela 2, esta relação foi, em média, 2,3 para os níveis de N, e de 2,8, 2,2 e 1,9 para as doses de 8, 16 e 24 g planta⁻¹ de K₂O, respectivamente. Como AT não foi afetada pelos níveis de K, não se verificou, portanto, decréscimo de AT com a redução da relação cátions:ânions, concordando com Mitchell et al. (1991).

O N é um nutriente importante para o aumento da produção do tomateiro porém, quando em excesso, pode atrasar a maturação dos frutos e reduzir a produção (Adams, 1986; Sasaki & Seno, 1994). No presente estudo, a concentração de N nos frutos se correlacionou negativamente com a produtividade e com o diâmetro médio dos frutos (Tabela 3), indicando um possível efeito prejudicial de elevadas concentrações de N sobre a produção em condições salinas. Este

Tabela 3. Coeficientes de correlação entre as concentrações de nutrientes nos frutos e as variáveis de produção e qualidade do tomateiro

Nutrientes nos frutos	Variáveis de produção e qualidade [#]					
	Prod	NFP	DF	PMF	SS	AT
N	-0,38*	0,08	-0,36*	-0,33	0,03	-0,25
P	-0,46**	0,50**	-0,73**	-0,68**	-0,10	0,01
K	-0,07	0,35	-0,16	-0,18	-0,31	-0,27
Ca	-0,22	0,21	-0,33	-0,37*	0,17	0,28
Mg	0,01	0,28	-0,16	-0,21	-0,18	0,01
S	-0,17	0,30	-0,29	-0,31	-0,08	0,00
Na	0,07	0,24	0,11	0,12	-0,44*	-0,18
Cl	-0,13	0,42*	-0,23	-0,24	-0,49**	-0,28
Na/K	0,10	0,17	0,16	0,19	-0,35	-0,12
Na/Ca	0,16	-0,05	0,30	0,33	-0,31	-0,21
Na/(Ca+Mg)	0,14	0,03	0,26	0,30	-0,35	-0,21

Prod – produtividade, NFP – número de frutos por planta, DF – diâmetro do fruto, PMF – peso médio do fruto, SS – concentração de sólidos solúveis, AT – acidez total titulável

** Significativo a 0,05 e 0,01 de probabilidade pelo teste t, respectivamente

resultado concorda com Grattan & Grieve (1999), que concluíram que o N pode reduzir a tolerância das culturas à salinidade.

O aumento da concentração de P favoreceu o pegamento de frutos, aumentando o número de frutos produzidos por planta mas reduziu a produtividade, o diâmetro e o seu peso médio (Tabela 3). O P exerce importante papel na fecundação, aumentando a eficiência da polinização e, conseqüentemente, o pegamento de frutos (Papadopoulos, 1991; Vivancos, 1993).

As concentrações de Na e Cl nos frutos se correlacionaram negativamente com SS, não exercendo efeito sobre AT. Embora o aumento da salinidade da água de irrigação ou do solo possa promover aumentos significativos de SS e AT, resultados apresentados por Cuartero & Muñoz (1999) mostram tendência de redução de SS e AT com o aumento da CE do substrato acima de 14 dS m⁻¹, indicando uma possível inversão na tendência de variação dessas variáveis quando o estresse salino é severo.

CONCLUSÕES

1. O aumento das doses de N e K aplicadas via fertirrigação no tomateiro, irrigado com água de alta condutividade elétrica (9,5 dS m⁻¹), não promoveu aumento dos componentes de produção (produtividade, número de frutos por planta, diâmetro e peso médio do fruto) nem da qualidade dos frutos (concentração de nutrientes e de sólidos solúveis e acidez titulável).

2. A concentração de K nos frutos aumentou e a relação Na/K diminuiu com o aumento da dose de K.

3. A aplicação de doses elevadas de N potencializa os efeitos da salinidade, reduzindo a tolerância da cultura.

AGRADECIMENTOS

À “Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado de São Paulo-FAPESP”, pelo suporte financeiro.

LITERATURA CITADA

- Adams, P. Mineral nutrition. In: Atherton, J. G.; Rudich, J. (ed.). The tomato crop: A scientific basis for improvement. London/ New York: Chapman and Hall, 1986. cap.7, p.281-334.
- Adams, P.; Graves, C. J.; Winsor, G. W. Tomato yields in relations to the nitrogen, potassium and magnesium status of the plants and of the peat substrate. *Plant and Soil*, v.49, n.1, p.137-148, 1978.
- Alcántar G. G.; Villarreal R. M.; Aguilar S. A. Tomato growth (*Lycopersicon esculentum* Mill), and nutrient utilisation in response to varying fertigation programs. *Acta Horticulturae*, v.481, p.385-391, 1999.
- Alian, A.; Altman, A.; Heuer, B. Genotypic difference in salinity and water stress tolerance of fresh market tomato cultivars. *Plant Science*, v.152, n.1, p.59-65, 2000.
- Auerswald, H.; Schwarz, D.; Kornelson, C.; Krumbein, A.; Brückner, B. Sensory analysis, sugar and acid content of tomato at different EC values of the nutrient solution. *Scientia Horticulturae*, v.82, n.3/4, p.227-242, 1999.
- Blanco, F. F. Tolerância do tomateiro à salinidade sob fertirrigação e calibração de medidores de íons específicos para determinação de nutrientes na solução do solo e na planta. Piracicaba: ESALQ/USP, 2004. 115p. Tese Doutorado
- Blanco, F. F.; Folegatti, M. V.; Henriques Neto, D. Doses de N e K no tomateiro sob estresse salino: I Concentração de nutrientes no solo e na planta. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.12, n.1, p.26-33, 2008.
- Bojórquez, A. D. A.; Castillo, G. A. B.; González, G. A.; Shibata, J. K.; Ureta, J. G. V.; Garza, A. M. Nitrate and potassium ratios in a drip fertigation system on production, quality and nutrient uptake in tomato. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, v.7, n.1, p.61-75, 2001.
- Carvajal, M.; Cerdá, A.; Martínez, V. Modification of the response of saline stressed tomato plants by the correction of cation disorders. *Plant Growth Regulation*, v.30, n.1, p.37-47, 2000.
- Castellane, P. D. Nutrição mineral da cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill). I. Efeitos dos nutrientes na qualidade dos frutos. In: Muller, J. J. V.; Casali, V. W. D. (ed.). Seminários de olericultura. v.3. Viçosa: UFV, 1982. p.113-157.
- Castro, P. R. C. Efeitos de reguladores de crescimento em tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Piracicaba: ESALQ/USP, 1976. 148p. Tese Doutorado
- Churata-Masca, M. G. C.; Bonomo, R.; Gonçalves, V. S.; Oliveira, A. B. Resposta de híbridos de tomate industrial a diferentes níveis de potássio aplicado em fertirrigação (compact disc). *Horticultura Brasileira*, v.19, n.2, 2001. Suplemento
- Cuartero, J.; Muñoz, R. F. Tomato and salinity. *Scientia Horticulturae*, v.78, n.1/4, p.83-125, 1999.
- Davies, J. N. Effect of nitrogen, phosphorus, and potassium fertilizer on the non-volatile organic acids of tomato fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v.15, n.5, p.665-673, 1964.
- Dechen, A. R. Cálcio no desenvolvimento do tomateiro (*Lycopersicon esculentum*, Mill). Piracicaba: ESALQ/USP, 1980. 91p. Tese Doutorado
- Demiral, M. A. Comparative response of two olive (*Olea europaea* L.) cultivars to salinity. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, v.29, n.4, p.267-274, 2005.
- Ferreira, M. M. M.; Ferreira, G. B.; Fontes, P. C. R.; Dantas, J. P. Produção do tomateiro em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas épocas de cultivo. *Horticultura Brasileira*, v.21, n.3, p.468-473, 2003.
- Freire, F. M.; Monnerat, P. H.; Martins Filho, C. A. S. Nutrição mineral e adubação do tomateiro. *Informe Agropecuário*, v.6, n.66, p.13-20, 1980.
- George, B.; Kaur, C.; Khurdiya, D. S.; Kapoor, H. C. Antioxidants in tomato (*Lycopersium esculentum*) as a function of genotype. *Food Chemistry*, v.84, n.1, p.45-51, 2004.
- Gorham, J. Sodium content of agricultural crops. In: Phillips, C. J. C.; Chiy, P. C. (ed.). Sodium in agriculture. Canterbury: Chalcombe Publ., 1995. cap.2, p.17-32.

- Grattan, S. R.; Grieve, C. M. Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in saline environments. In: Pessarakli, M. (ed.). Handbook of plant and crop stress. 2.ed. New York: Marcel Dekker, 1999. cap.9, p.203-229.
- Haag, H. P.; Oliveira, G. D.; Barbosa, V.; Silva Neto, J. M. Nutrição mineral de hortaliças. XXXII. Marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) destinado ao processamento industrial. Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", v.35, p.243-269, 1978.
- Hebbar, S. S.; Ramachandrapa, B. K.; Nanjappa, H. V.; Prabhakar, M. Studies on NPK fertigation in field grown tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). European Journal of Agronomy, v.21, n.1, p.117-127, 2004.
- Ho, L. C.; Adams, P. Nutrient uptake and distribution in relation to crop quality: hydroponic and transplant production. Acta Horticulturae, v.396, p.33-44, 1995.
- Ho, L. C.; Hewitt, J. D. Fruit development. In: Atherton, J. G.; Rudich, J. (ed.). The tomato crop: a scientific basis for improvement. London/New York: Chapman and Hall, 1986. cap.5, p.201-239.
- Hobson, G. E.; Davies, U. N. The tomato. In: Hulme, A. C. (Ed.). The biochemistry of fruits and their products. London: Academic Press, 1971. v.2, cap.3, p.437-482.
- Lopez, M. V.; Satti, S. M. E. Calcium and potassium-enhanced growth and yield of tomato under sodium chloride stress. Plant Science, v.114, n.1, p.19-27, 1996.
- Maas, E. V.; Hoffman, G. J. Crop salt tolerance – Current assessment. Journal of Irrigation and Drainage Division, v.103, IR2, p.115-134, 1977.
- Macêdo, L. S. Lâminas de água e fertirrigação potássica sobre o crescimento, produção e qualidade de frutos do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) em ambiente protegido. Lavras: UFLA, 2002. 101p. Tese Doutorado
- Maher, M. J. Growth and nutrient content of glasshouse tomato crop grown in peat. Scientia Horticulturae, v.4, n.1, p.23-26, 1976.
- Malavolta, E.; Vitti, G. C.; Oliveira, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 201p.
- Martinez, V.; Cerda, A.; Fernandez, F. G. Salt tolerance of four tomato hybrids. Plant and Soil, Dordrecht, v.97, n.2, p.233-242, 1987.
- Mitchell, J. P.; Shennan, C.; Grattan, S. R.; May, D. M. Tomato fruit yields and quality under water deficit and salinity. Journal of the American Society for Horticultural Science, v.116, n.2, p.215-221, 1991.
- Navarro, J. M.; Garrido, C.; Martínez, V.; Carvajal, M. Water relations and xylem transport of nutrients in pepper plants grown under two different salts stress regimes. Plant Growth Regulation, v.41, n.3, p.237-245, 2003.
- Nogueira, M. C. S. Estatística experimental aplicada à experimentação agrônoma. Piracicaba: ESALQ, 1997. 250p.
- Papadopoulos, A. P. Growing greenhouse tomatoes in soil and in soilless media. Ottawa: Agriculture Canada Publication, 1991. 79p.
- Pascale, S.; Maggio, A.; Fogliano, V.; Ambrosino, P.; Ritieni, A. Irrigation with saline water improves carotenoids content and antioxidant activity of tomato. Journal of Horticultural Science & Biotechnology, v.76, n.4, p.447-453, 2001.
- Picha, D. H.; Hall, C. B. Effect of potassium fertilization and season on fresh market tomato quality characters. HortScience, v.17, n.4, p.634-635, 1982.
- Pill, W. G.; Lambeth, V. N.; Hinckley, T. M. Effects of nitrogen form and level on ion concentrations, water stress, and blossom-end rot incidence in tomato. Journal of the American Society for Horticultural Science, v.103, n.2, p.265-268, 1978.
- Pregnoatto, W.; Pregnoatto, N. P. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3.ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. v.1, 533p.
- Sakamoto, Y.; Watanabe, S.; Nakashima, T.; Okano, K. Effects of salinity at two ripening stages on the fruit quality of single-truss tomato grown in hydroponics. Journal of Horticultural Science & Biotechnology, v.74, n.6, p.690-693, 1999.
- Sampaio, R. A. Produção, qualidade dos frutos e teores de nutrientes no solo e no pecíolo do tomateiro, em função da fertirrigação potássica e da cobertura plástica do solo. Viçosa: UFV, 1996. 117p. Tese Doutorado
- Sasaki, J. L. S.; Seno, S. Importância da adubação na qualidade de algumas olerícolas (alho, cebola, couve-flor, pimentão e tomate). In: Sá, M. E.; Buzzeti, S. (coord.). Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas. São Paulo: Ícone, 1994. cap.19, p.331-343.
- Saxena, G. K.; Locascio, S. J.; Lucas, J. B. Effect of N, P and K rates on response of cabbage and tomato grown on a coasted clay soil of Guyana. Tropical Agriculture, v.52, n.2, p.149-156, 1975.
- Vivancos, A. D. Fertirrigacion. Madri: Mundi-Prensa, 1993. 217p.
- Winsor, G. W.; Davies, J. N.; Long, M. I. E. The effects of nitrogen, phosphorus, potassium, magnesium and lime in factorial combination on the yields of glasshouse tomatoes. Journal of Horticultural Science, v.42, n.3, p.277-288, 1967.
- Wolk, J. O.; Kretchman, D. W.; Ortega Júnior., D. G. Response of tomato to defoliation. Journal of the American Society for Horticultural Science, v.108, n.4, p.536-540, 1983.
- Yilmaz, E. The chemistry of fresh tomato flavor. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, v.25, n.3, p.149-155, 2001.