



## Doses de N e K no tomateiro sob estresse salino: II. Crescimento e partição de matéria seca

Flávio F. Blanco<sup>1</sup> & Marcos V. Folegatti<sup>2</sup>

### RESUMO

A presença de certos nutrientes na solução do solo pode estimular o crescimento de plantas quando cultivadas sob estresse salino. Desenvolveu-se um estudo para avaliar a resposta do tomateiro, híbrido Facundo, a diferentes doses de N e K, sob irrigação com água salina. O trabalho foi desenvolvido em um ambiente protegido e os tratamentos se compunham da combinação de três doses de N (7,5; 15,0 e 22,5 g por planta) e três doses de K (8, 16 e 24 gK<sub>2</sub>O por planta) 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<sup>-1</sup>. A altura, o diâmetro da haste, a área foliar e o número de dias para o florescimento, não foram afetados pelas doses de N e K, havendo efeito das doses de K para matéria seca de haste+cachos e matéria seca total dentro das doses mais baixas de N. Concluiu-se que a aplicação de doses elevadas de N e K não contribuiu para o aumento da tolerância do tomateiro à salinidade.

**Palavras-chave:** *Lycopersicon esculentum*, fertirrigação, área foliar, salinidade, florescimento

## Doses of N and K in tomato under saline stress: II. Plant development and dry matter partitioning

### ABSTRACT

The presence of certain nutrients in soil solution can stimulate the growth of plants when cultivated under saline stress. A study was conducted to evaluate the response of tomato (hybrid Facundo) to different doses of N and K under irrigation with saline water. The work was carried out in a greenhouse and the treatments consisted of the combination of three levels of N (7.5, 15.0 and 22.5 g per plant) and three levels of K (8, 16 and 24 g K<sub>2</sub>O per plant) applied by drip fertigation, in a 3 x 3 factorial scheme, with five replications. The salts sodium chloride and calcium chloride were also added to irrigation water for obtaining an electrical conductivity of the water of 9.5 dS m<sup>-1</sup>. Plant height, stem diameter, leaf area and the number of days for flowering were not affected by the levels of N and K, the levels of K affected the dry mass of stem plus clusters and total dry mass for the lowest levels of N. It was concluded that the application of high doses of N and K did not contribute to increase salt tolerance of tomato.

**Key words:** *Lycopersicon esculentum*, fertigation, leaf area, salinity, flowering

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

<sup>2</sup> ESALQ/USP. Av. Pádua Dias 11, CEP 13418-900, Piracicaba, SP. Fone: (19) 3429-4217. E-mail: [mvfolega@carpa.ciagri.usp.br](mailto:mvfolega@carpa.ciagri.usp.br)

## INTRODUÇÃO

Em condições tropicais, inclusive no Brasil, a produção de tomate sempre foi caracterizada pela sazonalidade na oferta e baixa produtividade, sendo que na entressafra há uma acentuação nas diferenças relativas dos índices de sazonalidade das classes de tomate, ampliando-se a comercialização dos tomates de pior qualidade a preços supervalorizados (Ambrosio & Nagai, 1991). Visando aumentar a produtividade e melhorar a qualidade dos frutos na entressafra, a produção de tomate em ambiente protegido vem sendo incentivada no Brasil há mais de uma década, como relatado por Martins (1991).

Em 1998, estimava-se em 1390 ha a área cultivada com hortaliças em ambiente protegido no Brasil (Della Vecchia & Koch, 1999) e, no Estado de São Paulo, 70 a 80% desses cultivos são fertirrigados (Villas Bôas et al., 2001). Apesar das águas utilizadas na irrigação nos cultivos protegidos serem de boa qualidade, a adição de fertilizantes, quando se utiliza a técnica de fertirrigação, as torna salinas, aumentando o risco de salinização do solo (Blanco, 1999; Blanco & Folegatti, 1999).

Em solos salino-sódicos, quando a concentração de Na aumenta, a necessidade de nutrientes para as plantas, tanto no substrato quanto nos tecidos vegetais, também aumenta (Santos & Muraoka, 1997). Chow et al. (1990) demonstraram que o requerimento de K para o crescimento do espinafre foi maior em condições de alta salinidade que sob baixa salinidade e o aumento na quantidade de K aplicada resultou em um crescimento maior das plantas. Essa (2002) verificou aumento do teor de Na e diminuição do teor de K em folhas de soja submetidas a níveis crescentes de salinidade do solo, com conseqüente redução na altura e produção de matéria seca das plantas. Schachtman & Schroeder (1994) assumiram a existência de um mecanismo comum de absorção de K e Na em plantas superiores, o qual seria regulado pelas concentrações desses nutrientes no substrato; então, níveis elevados de K no substrato poderiam modular a absorção e o transporte de Na e limitar os danos a este atribuídos.

O aumento da dose aplicada de fertilizantes sob condições salinas tem sido uma tentativa de aliviar ou neutralizar a inibição do crescimento de culturas devido à salinidade do solo (Lopez & Satti, 1996). Para a cultura da bananeira, Neves et al. (2002) não constataram efeito benéfico das doses de Ca sobre a massa seca da parte aérea das plantas, quando aumentaram a concentração de Na na solução nutritiva. Botrini et al. (2000) notaram que, para uma solução nutritiva altamente salina, com 8770 mg L<sup>-1</sup> de NaCl, concentrações crescentes de K variando de 230 a 2900 mg L<sup>-1</sup> reduziram o rendimento e a matéria seca da parte aérea e do sistema radicular do tomate, embora esses resultados tenham sido atribuídos ao aumento da condutividade elétrica da solução devido à alta concentração de fertilizantes. Por outro lado, Perez & López (1998) obtiveram aumento na produção de tomate quando elevaram as concentrações de N e Ca na solução nutritiva, preparada com água salina (5,1 dS m<sup>-1</sup>, em média), em conseqüência do aumento da

relação NO<sub>3</sub>/Cl nas folhas e da redução da incidência de podridão apical dos frutos.

A aplicação de quantidades de fertilizantes maiores que aquelas requeridas pelas culturas em condições não-salinas, raramente tem sido benéfica em aliviar a inibição do crescimento causada pela salinidade, a menos que a salinidade cause desbalanceamento nutricional (Maas & Grattan, 1999), e a maioria dos estudos indica que o excesso de N, P e K tem pequeno efeito ou reduz a tolerância à salinidade (Grattan & Grieve, 1999). Ainda assim, alguns autores afirmam que o aumento na dose aplicada de fertilizantes pode ser uma alternativa para aumentar a tolerância das culturas à salinidade, havendo evidências experimentais que suportam esta recomendação (Cuartero & Muñoz, 1999; Esehie & Rodriguez, 1999; Carvajal et al., 2000; Naidoo & Naidoo, 2001).

Portanto, a resposta das culturas aos fertilizantes sob condições de solos salinos e sódicos é complexa, já que é influenciada por muitos fatores inerentes à cultura, ao solo e ao ambiente (Rhoades et al., 2000), o que torna necessários estudos para quantificar os efeitos de doses crescentes de nutrientes em condições salinas. Sendo assim, com o presente trabalho se objetivou avaliar o desenvolvimento vegetativo do tomateiro irrigado com água de alta salinidade, sob diferentes doses de N e K aplicadas via fertirrigação, em ambiente protegido.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em 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, e 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 kg<sup>-1</sup>, respectivamente, pH = 5,1, P, S e Na = 6, 14 e 6,9 mg dm<sup>-3</sup>, respectivamente, matéria orgânica = 13 g dm<sup>-3</sup>, e K, Ca, Mg = 1,1, 12 e 5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, respectivamente.

Em cada vaso foram feitas perfurações na base e adicionada uma camada de 3 cm de brita coberta com manta geotêxtil (bidim) para permitir a drenagem do excesso de água aplicada nas irrigações, caso ocorresse. Para a correção da acidez e elevação dos teores dos nutrientes, aplicaram-se 100 g de termofosfato por vaso em 25/09/2001, o qual foi misturado manualmente ao solo a fim de distribuir homogeneamente o fertilizante, na camada de 0-30 cm. Devido às características de correção da acidez do solo do termofosfato, a calagem não foi realizada.

As mudas de tomateiro, híbrido Facundo, foram transplantadas para os vasos em 23/10/2001; cada vaso recebeu apenas uma muda e a disposição dos vasos no interior do ambiente protegido proporcionou um espaçamento de 1 x 0,5 m entre plantas. No início e no final de cada linha de plantas, foram adicionadas três plantas a mais, as quais não pertenciam aos blocos experimentais, e uma linha de

plantas em cada lado do ambiente protegido, para que estas exercessem a função de bordadura e para fins de proteção das parcelas experimentais, uma vez que as plantas localizadas nas laterais dos ambientes protegidos geralmente são mais afetadas por pragas e doenças. As plantas foram conduzidas em haste única, com desbrotas semanais. Após o início da frutificação também foi realizado, semanalmente, o raleio, a fim de permitir o desenvolvimento de apenas quatro frutos por cacho.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados e os tratamentos se compunham de três doses de nitrogênio (N1 = 7,5; N2 = 15,0; N3 = 22,5 g planta<sup>-1</sup>) e de potássio (K1 = 8; K2 = 16 e K3 = 24 g planta<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O), com nove tratamentos e cinco repetições, arranjos no esquema fatorial 3 x 3. O fornecimento dos nutrientes foi feito pela fertirrigação, a qual era aplicada em todas as irrigações, utilizando-se o cloreto de potássio e o nitrato de amônio. Também se adicionou cloreto de cálcio nas águas de irrigação para prevenir problemas de podridão apical e a quantidade de cada nutriente aplicada durante o ciclo da cultura seguiu a marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro, em ambiente protegido (Fayad, 1998). A condutividade elétrica da água de irrigação foi elevada para 9,5 dS m<sup>-1</sup>, utilizando-se cloreto de sódio e cloreto de cálcio, apresentando pH médio de 6,3.

Adotou-se um sistema de irrigação por gotejamento com dois, três ou quatro emissores por planta, de acordo com o tratamento correspondente. Nas irrigações, prepararam-se três diferentes soluções, uma para o N+Ca, outra para K+Ca e a terceira para a complementação das quantidades de água e Ca necessárias em cada irrigação, de modo que cada planta recebesse as quantidades preestabelecidas de cada nutriente e um mesmo volume de água. Utilizaram-se gotejadores de vazão 2 L h<sup>-1</sup>, instalados a 1 cm de altura em relação à superfície do solo nos vasos e foram conectados às linhas de irrigação por microtubos. O manejo da irrigação se efetuou por tensiômetros instalados nos vasos a 0,15 e 0,30 m de profundidade, sendo a irrigação realizada sempre que o potencial mátrico médio se aproximava de -30 kPa. O volume de água aplicado foi calculado com base na curva de retenção de água pelo solo.

Semanalmente, realizavam-se medidas da altura das plantas, medindo-se a distância entre a superfície do solo e a gema apical, e a medida do diâmetro da haste foi realizada quinzenalmente, tomando-se como referência a região da haste localizada a 1 cm de altura em relação à superfície do solo. A área foliar foi determinada aos 43 dias após o transplantio, pela metodologia desenvolvida por Blanco (1999). Diariamente, determinou-se o número de cachos com pelo menos uma flor aberta em todas as plantas, e o número de dias transcorridos desde o transplantio das mudas até o florescimento de cada cacho da planta foi contabilizado.

Para a determinação da produção de matéria seca da planta, os componentes avaliados foram secados em estufa, a temperatura de 60 °C, com ventilação forçada, até atingirem peso constante. Ao final do período de cultivo as plantas foram colhidas e separadas em folhas e haste+cachos e as produ-

ções de matéria seca de folhas (MSFo) e hastes+cachos (MSHC) foram avaliadas. A MSHC compreendeu a análise da matéria seca da haste da planta mais a matéria seca dos cachos onde os frutos eram produzidos, uma vez que apenas os frutos eram retirados nas colheitas, permanecendo os cachos na planta.

Por ocasião das primeira e última semanas de colheita, tomaram-se dois a quatro frutos de cada planta, dependendo do tamanho dos frutos, e as porcentagens de matéria seca dos frutos no início e no final do período de produção foram determinadas. Assumiu-se uma variação linear da porcentagem de matéria seca dos frutos ao longo do período produtivo e, com isto, a produção de matéria seca de frutos (MSF) pôde ser estimada pelo somatório da multiplicação do peso dos frutos obtidos em cada colheita realizada pela respectiva porcentagem de matéria seca, para o dia em questão. A matéria seca das brotações e dos frutos (MSBF) retirados semanalmente por ocasião das desbrotas e raleios, respectivamente, também foi contabilizada. A matéria seca total da parte aérea (MST) produzida por cada planta durante o período de cultivo, foi obtida pela soma de MSFo, MSHC, MSF e MSBF.

Os efeitos das diferentes doses de N e K sobre as variáveis medidas, foram avaliados 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 recomenda Nogueira (1997).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas de tomate apresentaram crescimento acelerado até o 56º dia após o transplantio (DAT), reduzindo a taxa de crescimento após esta data (Tabela 1); o mesmo ocorreu para o diâmetro da haste das plantas sendo que na medição realizada aos 43 DAT o diâmetro já correspondia a aproximadamente 75% do diâmetro final para todos os tratamentos. As diferenças observadas na altura e diâmetro da haste não foram significativas para nenhuma das avaliações realizadas.

Geralmente, o N promove aumento do vigor da planta (Adams, 1986; Papadopoulos, 1991), o qual está associado à altura da planta e ao diâmetro da haste (Navarrete et al., 1997). No presente trabalho, as doses de N não tiveram efeito sobre essas variáveis, em virtude da influência do excesso de sais, que impediu que a cultura exibisse maior vigor vegetativo, mesmo sob altas doses de N. A ausência de resposta ao K no desenvolvimento da cultura também foi notada por Macêdo (2002). Em geral, o K não está associado ao aumento do vigor vegetativo das culturas e, para o tomateiro, Papadopoulos (1991) afirmou que o K atua como “regulador” de crescimento, inibindo o crescimento excessivo quando a disponibilidade de N é alta.

Os valores de área foliar média e total das plantas aos 43 DAT foram, em média, 177 e 1949 cm<sup>2</sup>, respectivamente, com ligeira tendência de aumento da área foliar média com as doses de K e da área foliar total, com as doses de N;

**Tabela 1.** Valores médios e teste F para altura e diâmetro da haste das plantas de tomate, em função de dias após o transplante e das doses de N e K aplicadas via fertirrigação

Causa da variação <sup>#</sup>	Dias após o transplante						
	43	56	71	86	99	114	126
Doses de N	Altura da planta (m)						
N1	0,70	0,88	0,96	1,01	1,03	1,07	1,11
N2	0,70	0,85	0,91	0,96	1,00	1,05	1,08
N3	0,73	0,88	0,94	0,98	1,00	1,03	1,05
Teste F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Doses de K							
K1	0,73	0,89	0,96	1,00	1,02	1,06	1,10
K2	0,70	0,87	0,94	0,98	1,00	1,05	1,06
K3	0,70	0,84	0,90	0,95	0,98	1,01	1,04
Teste F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Doses de N	Diâmetro da haste (mm)						
N1	8,5	9,2	10,0	10,4	10,4	11,1	11,3
N2	8,4	9,1	10,0	10,2	10,8	11,0	11,2
N3	8,7	9,3	9,9	10,3	10,8	10,9	11,3
Teste F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Doses de K							
K1	8,6	9,3	10,0	10,3	10,5	11,0	11,2
K2	8,8	9,3	10,1	10,5	10,8	10,9	11,2
K3	8,3	9,1	9,7	10,1	10,7	11,0	11,4
Teste F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
N x K	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>#</sup> N1 = 7,5 g planta<sup>-1</sup>, N2 = 15 g planta<sup>-1</sup>, N3 = 22,5 g planta<sup>-1</sup>, K1 = 8 g planta<sup>-1</sup>, K2 = 16 g planta<sup>-1</sup>, K3 = 24 g planta<sup>-1</sup>

ns Não significativo pelo teste F

entretanto, as diferenças observadas não foram significativas pela análise de variância, não havendo efeito das doses de fertilizantes sobre essas variáveis (Tabela 2).

Incrementos significativos da área foliar do tomateiro têm sido observados com o aumento da quantidade de N aplicada (Ronchi et al., 2001; Tei et al., 2002). Por outro lado, para concentrações de N na água de irrigação variando de 28 a 224 mg L<sup>-1</sup>, Nicola & Basoccu (1994) não verificaram efeitos sobre a área foliar de mudas de tomateiro. Para muitas espécies de plantas, a relação entre a área

**Tabela 2.** Valores médios e teste F para área foliar média e total das plantas de tomate, em função das doses de N e K, aplicadas via fertirrigação

Causa da variação <sup>#</sup>	Área foliar (cm <sup>2</sup> folha <sup>-1</sup> )	
	Média	Total
Doses de N		
N1	178	1891
N2	172	1925
N3	180	2030
Teste F	ns	ns
Doses de K		
K1	168	1863
K2	180	2086
K3	182	1897
Teste F	ns	ns
N x K	ns	ns

<sup>#</sup> N1 = 7,5 g planta<sup>-1</sup>, N2 = 15 g planta<sup>-1</sup>, N3 = 22,5 g planta<sup>-1</sup>, K1 = 8 g planta<sup>-1</sup>, K2 = 16 g planta<sup>-1</sup>, K3 = 24 g planta<sup>-1</sup>

ns Não significativo pelo teste F

foliar e o teor de N na folha não é linear mas, sim, hiperbólica, ocorrendo uma estabilização da curva a partir de certo teor de N (Le Bot et al., 1998). Portanto, a ausência de efeito significativo sobre a área foliar média e total indica que a dose mais baixa de N (7,5 g planta<sup>-1</sup>) foi suficiente para garantir o crescimento foliar e o N não exerceu efeito sobre a tolerância da cultura à salinidade com relação a essas variáveis.

Cada planta de tomate produziu, em média, de 6 a 7 cachos florais, e o número de dias para o florescimento de cada cacho apresentou certa variação (Tabela 3). Como o florescimento do primeiro cacho ocorreu entre o 27° e o 31° DAT e o início das aplicações das diferentes doses de N e K se deu no 27° DAT, então esta variável não foi analisada, pois qualquer diferença observada não poderia ser devido aos efeitos dos diferentes tratamentos. Para o período de florescimento dos demais cachos, as doses de N e K não exerceram efeito significativo pelo teste F.

A produção de matéria seca nas diferentes partes da planta

**Tabela 3.** Valores médios e teste F para número de cachos produzidos por planta de tomate e número de dias para o florescimento de cada cacho, em função das doses de N e K, aplicadas via fertirrigação

Causa da variação <sup>#</sup>	Número de cachos planta <sup>-1</sup>	Florescimento					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Dias							
Doses de N							
N1	6,7	30,6	36,5	42,3	50,0	62,6	89,0
N2	6,9	27,5	34,4	39,1	48,2	62,9	82,2
N3	6,5	27,6	33,2	38,4	45,7	58,3	78,9
Teste F	ns	-	ns	ns	ns	ns	ns
Doses de K							
K1	6,9	28,9	35,1	40,3	47,8	58,6	83,0
K2	6,7	28,9	34,7	40,1	47,1	59,6	82,7
K3	6,5	27,9	34,3	39,5	49,1	65,5	83,5
Teste F	ns	-	ns	ns	ns	ns	ns
N x K	ns	-	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>#</sup> N1 = 7,5 g planta<sup>-1</sup>, N2 = 15 g planta<sup>-1</sup>, N3 = 22,5 g planta<sup>-1</sup>, K1 = 8 g planta<sup>-1</sup>, K2 = 16 g planta<sup>-1</sup>, K3 = 24 g planta<sup>-1</sup>

ns Não significativo pelo teste F

variou entre os níveis dos fatores empregados (Tabela 4). As doses de N não tiveram efeito na produção de matéria seca, enquanto as doses de K afetaram apenas a MSHC e MST, sendo a interação N x K também significativa para essas variáveis.

MSHC, MSBF e MST aumentaram para K2 em relação a K1 e diminuíram novamente para K3. Assim como observado por Kinraide (1999) para a cultura do trigo, a cultura respondeu, de forma positiva, ao aumento da concentração de KCl até certo nível, enquanto as altas concentrações de KCl contribuíram para aumentar o efeito tóxico do NaCl.

Pelo desdobramento da interação N x K, vê-se que o efeito do K em MSHC e MST só foi observado para os valores mais baixos de N e a relação com a CEa foi quadrática (Tabela 5), com vantagem para a dose K2 em relação a K1 e K3 (Figura 1). Resultados semelhantes foram obtidos por

**Tabela 4.** Valores médios e resumo da análise de variância da massa seca de frutos (MSF), folhas (MSFo), haste + cachos (MSHC), brotos + frutos raleados (MSBF) e total (MST) do tomateiro, para cada dose de N e K aplicada via fertirrigação. Valores entre parênteses representam a participação percentual de cada órgão na MST

Causa da variação#	MSF	MSFo	MSHC	MSBF	MST
	g por planta				
Doses de N					
N1	33,4 (34,5)	27,9 (28,9)	22,8 (23,6)	12,6 (13,0)	96,7
N2	34,0 (35,2)	26,1 (27,0)	22,6 (23,4)	14,0 (14,4)	96,7
N3	34,0 (36,3)	25,7 (27,4)	21,2 (22,6)	12,8 (13,7)	93,7
Teste F	ns	ns	ns	ns	ns
Doses de K					
K1	34,3 (36,5)	27,7 (29,4)	22,1 (23,5)	10,0 (10,6)	94,1
K2	35,1 (34,8)	25,3 (25,1)	23,9 (23,7)	16,6 (16,4)	100,9
K3	31,9 (34,6)	26,7 (28,9)	21,0 (22,8)	12,6 (13,7)	92,2
Teste F	ns	ns	Q*	Q**	Q**
N x K	ns	ns	*	ns	**

# N1 = 7,5 g planta<sup>-1</sup>, N2 = 15 g planta<sup>-1</sup>, N3 = 22,5 g planta<sup>-1</sup>, K1 = 8 g planta<sup>-1</sup>, K2 = 16 g planta<sup>-1</sup>, K3 = 24 g planta<sup>-1</sup>  
 ns, \*, \*\* Não significativo e significativo a 0,05 e 0,01 de probabilidade pelo teste F, respectivamente  
 Q = resposta quadrática pelo teste de regressão

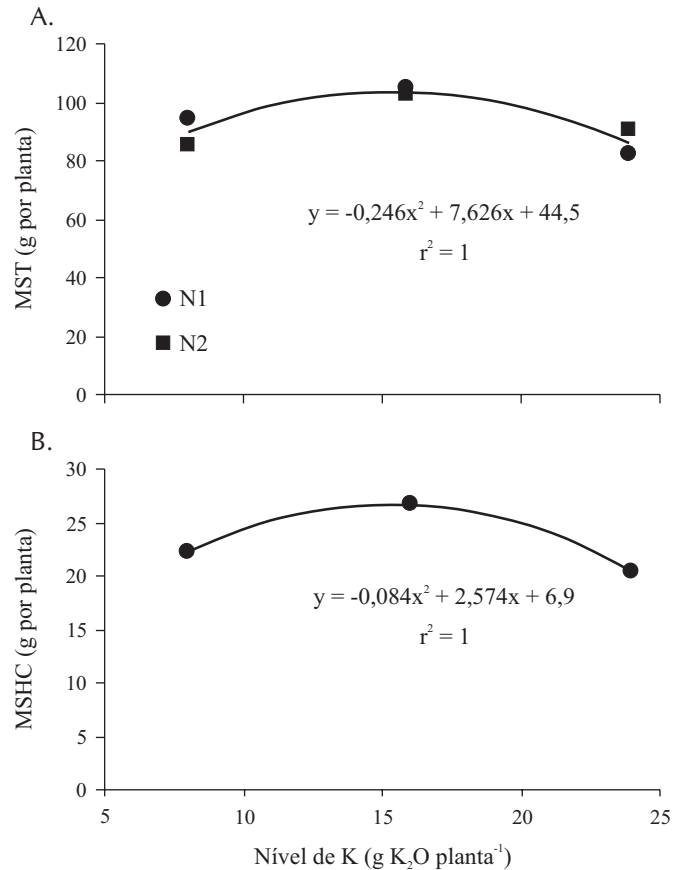
Botrini et al. (2000), embora a dose intermediária de K tenha resultado nos valores mais baixos de Na em folhas da cultivar “Edkawi”, com aumento linear do teor de Na para a cultivar “UC 82B”; as médias de produção de matéria seca de brotos e sua porcentagem em relação ao peso fresco, tiveram pequena redução com o aumento das doses de K na solução nutritiva (CEa entre 11,4 e 19,7 dS m<sup>-1</sup>), sem apresentar diferenças significativas.

A massa seca da haste, das folhas e das raízes do tomateiro é reduzida em condições salinas (Cuartero & Muñoz, 1999) e a redução no consumo de água também tem sido

**Tabela 5.** Valores médios e resumo do desdobramento da análise de variância para massa seca de haste + cachos (MSHC) e massa seca total (MST) das plantas de tomate, em função das doses de K dentro das doses de N

Doses de K#	N1	N2	N3
	g por planta		
MSHC			
K1	22,2	20,9	23,1
K2	26,7	24,3	20,7
K3	20,4	22,6	19,9
Teste F	Q*	ns	ns
MST			
K1	94,4	85,1	91,2
K2	104,9	102,3	86,8
K3	82,1	90,4	92,9
Teste F	Q**	Q*	ns

# K1 = 8 g planta<sup>-1</sup>, K2 = 16 g planta<sup>-1</sup>, K3 = 24 g planta<sup>-1</sup>  
 ns, \*, \*\* Não significativo e significativo a 0,05 e 0,01 de probabilidade pelo teste F, respectivamente  
 Q = resposta quadrática pelo teste de regressão



**Figura 1.** Matéria seca total (MST) dentro das doses N1 e N2 de nitrogênio (A), e matéria seca de hastes + cachos (MSHC) dentro da dose N1 de nitrogênio (B), em função das doses de K

freqüentemente observada (Katerji et al., 1998; Stanghellini et al., 1998; Aranda et al., 2001). Rodriguez et al. (1997) verificaram redução expressiva na matéria seca da haste, folhas e raízes de plantas de tomate cultivadas em solução contendo 100 mM NaCl, sendo a raiz a parte mais afetada, seguida das folhas e haste.

Em média, a proporção de MSF, MSFo, MSHC e MSBF em relação a MST, foi de 35, 28, 23 e 14%, respectivamente (Tabela 4), indicando que os frutos representaram a maior parte da matéria seca produzida, seguidos das folhas. As proporções de MSF em relação a MST calculadas a partir dos dados apresentados por diversos autores, são: 66% (Tei et al., 2002), 59% (Xu et al., 1995), 45% (Andriolo et al., 1999) e 54 a 65% (Fayad, 1998). Portanto, espera-se que a proporção de matéria seca de frutos seja em torno de 50 a 60% da matéria seca total, embora esses resultados mostrem claramente que a proporção de matéria seca produzida pelos diferentes órgãos do tomateiro é variável com a cultivar ou híbrido, tipo de cultivo (solo, hidroponia, ambiente protegido etc) e fatores relacionados ao manejo. No presente estudo, a baixa proporção de MSF é um indício de que as doses de N e K não contribuíram para o aumento da tolerância da cultura à salinidade, pois as plantas não foram capazes de manter alta proporção de frutos em relação à proporção dos demais órgãos.

## CONCLUSÕES

1. A altura, o diâmetro da haste e o número de dias para o florescimento do tomateiro irrigado com água de alta salinidade (9,5 dS m<sup>-1</sup>) não foram afetados pelas doses de N e K aplicadas via fertirrigação.

2. A dose intermediária de K (16 g planta<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) promoveu aumento da massa seca da parte aérea, a qual reduziu na dose mais elevada (24 g planta<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) devido ao efeito tóxico aditivo de KCl+NaCl.

3. A massa seca de frutos representou 35% da massa seca total da parte aérea, valor abaixo daqueles comumente encontrados para o tomateiro.

## 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.
- Ambrósio, L. A.; Nagai, H. Sazonalização dos preços das classes de tomate, no atacado, em São Paulo, nos períodos de 1983/1986 e 1987/1990. Horticultura Brasileira, Brasília, v.9, n.1, p.30, 1991.
- Andriolo, J. L.; Duarte, T. S.; Ludke, L.; Skrebsky, E. C. Caracterização e avaliação de substratos para o cultivo do tomateiro fora do solo. Horticultura Brasileira, Brasília, v.17, n.3, p.215-219, 1999.
- Aranda, R. R.; Soria, T.; Cuartero, J. Tomato plant-water uptake and plant-water relationships under saline growth conditions. Plant Science, Amsterdam, v.160, n.2, p.265-272, 2001.
- Blanco, F. F. Tolerância do pepino enxertado à salinidade em ambiente protegido e controle da salinização do solo. Piracicaba: USP/ESALQ, 1999. 104p. Dissertação Mestrado
- Blanco, F. F.; Folegatti, M. V. Salinização do solo em ambiente protegido sob fertirrigação. In: Workshop de Fertirrigação, 1, 1999, Piracicaba. Resumos... Piracicaba: ESALQ/USP, 1999. p.3-4.
- Botrini, L.; Paola, M. L.; Graifenberg, A. Potassium affects sodium content in tomato plants grown in hydroponic cultivation under saline-sodic stress. HortScience, Alexandria, v.35, n.7, p.1220-1222, 2000.
- Carvajal, M.; Cerdá, A.; Martínez, V. Modification of the response of saline stressed tomato plants by the correction of cation disorders. Plant Growth Regulation, Netherlands, v.30, n.1, p.37-47, 2000.
- Chow, W. S.; Ball, M. C.; Anderson, J. M. Growth and photosynthetic responses of spinach to salinity: implications of K<sup>+</sup> nutrition for salt tolerance. Australian Journal of Plant Physiology, Sydney, v.17, n.5, p.563-578, 1990.
- Cuartero, J.; Muñoz, R. F. Tomato and salinity. Scientia Horticulturae, Amsterdam, v.78, n.1/4, p.83-125, 1999.
- Della Vecchia, P. T.; Koch, P. S. História e perspectiva da produção de hortaliças em ambiente protegido no Brasil. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.20, n.200/201, 1999.
- Esechie, H. A.; Rodriguez, V. Does salinity inhibit alfalfa leaf growth by reducing tissue concentration of essential mineral nutrients? Journal of Agronomy & Crop Science, Berlin, v.182, n.4, p.273-278, 1999.
- Essa, T. A. Effect of salinity stress on growth and nutrient composition of three soybean (*Glycine max* L. Merrill) cultivars. Journal of Agronomy & Crop Science, Berlin, v.188, n.2, p.86-93, 2002.
- Fayad, J. A. Absorção de nutrientes, crescimento e produção do tomateiro cultivado em condições de campo e estufa. Viçosa: UFV, 1998. 81p. Dissertação Mestrado
- Grattan, S. R.; Grieve, C. M. Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in saline environments. In: Pessaraki, M. (ed.). Handbook of plant and crop stress. 2.ed. New York: Marcel Dekker, 1999. cap.9, p.203-229.
- Katerji, N.; van Hoorn, J. W.; Hamdy, A.; Mastrorilli, M. Response of tomatoes, a crop of indeterminate growth, to soil salinity. Agricultural Water Management, Wageningen, v.38, n.1, p.59-68, 1998.
- Kinraide, T. B. Interactions among Ca<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup> in salinity toxicity: quantitative resolution of multiple toxic and ameliorative effects. Journal of Experimental Botany, Oxford, v.50, n.338, p.1495-1505, 1999.
- Le Bot, J.; Adamowicz, S.; Robin, P. Modelling plant nutrition of horticultural crops: A review. Scientia Horticulturae, Amsterdam, v.74, n.1/2, p.47-82, 1998.
- Lopez, M. V.; Satti, S. M. E. Calcium and potassium-enhanced growth and yield of tomato under sodium chloride stress. Plant Science, Amsterdam, v.114, n.1, p.19-27, 1996.
- Maas, E. V.; Grattan, S. R. Crop yields as affected by salinity. In: Skaggs, R. W.; van Schilfgaarde, J. (ed.). Agricultural drainage. Madison: ASA/CSSA/SSSA, 1999. cap.3, p.55-108.
- 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
- Martins, G. Produção de tomate em ambiente protegido. In: Encontro Nacional de Produção e Abastecimento de Tomate, 2, 1991, Jaboticabal. Anais... Jaboticabal: FUNEP, 1991. p.219-230.
- Naidoo, G.; Naidoo, Y. Effects of salinity and nitrogen on growth, ion relations and proline accumulation in *Triglochin bulbosa*. Wetlands Ecology and Management, Amsterdam, v.9, n.6, p.491-497, 2001.
- Navarrete, M.; Jeannequin, B.; Sebillotte, M. Vigour of greenhouse tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.): Analysis of the criteria used by growers and search for objective criteria. Journal of Horticultural Science, London, v.72, n.5, p.821-829, 1997.
- Neves, L. L. M.; Siqueira, D. L.; Cecon, P. R.; Martinez, C. A.; Salomão, L. C. C. Crescimento, trocas gasosas e potencial osmótico da bananeira-’Prata’, submetida a diferentes doses de sódio e cálcio em solução nutritiva. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.24, n.2, p.524-529, 2002.
- Nicola, S.; Basoccu, L. Nitrogen and N, P, K relation affect tomato seedling growth, yield and earliness. Acta Horticulturae, The Hague, v.357, p.95-102, 1994.

- Nogueira, M. C. S. Estatística experimental aplicada à experimentação agrônômica. Piracicaba: ESALQ, 1997. 250p.
- Papadopoulos, A. P. Growing greenhouse tomatoes in soil and in soilless media. Ottawa: Agriculture Canada Publication, 1991. 79p.
- Perez, M. L. S.; López, C. C. Fertirrigación de cultivos hortícolas. In: López, C. C. (coord.). Fertirrigación: Cultivos hortícolas y ornamentales. Madrid: Mundi-Prensa, 1998. Apéndice 1, p.343-415.
- Rhoades, J. D.; Kandiah, A.; Marshali, A. M. Uso de águas salinas para produção agrícola. Campina Grande: UFPB, 2000. 117p. Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 48
- Rodríguez, P.; Dell'Amico, J.; Morales, D.; Blanco, M. J. S.; Alarcón, J. J. Effects of salinity on growth, shoot water relations and root hydraulic conductivity in tomato plants. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, v.128, n.4, p.439-444, 1997.
- Ronchi, C. P.; Fontes, P. C. R.; Pereira, P. R. G.; Nunes, J. C. S.; Martinez, H. E. P. Índices de nitrogênio e de crescimento do tomateiro em solo e em solução nutritiva. *Revista Ceres, Viçosa*, v.48, n.278, p.469-484, 2001.
- Santos, R. V.; Muraoka, T. Interações salinidade e fertilidade do solo. In: Gheyi, H. R.; Queiroz, J. E.; Medeiros, J. F. (ed.). Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. Campina Grande: UFPB, 1997. cap.9, p.289-317.
- Schachtman, D. P.; Schroeder, J. I. Structure and transport mechanism of a high-affinity potassium uptake transporter from higher plants. *Nature, London*, v.370, n.6491, p.655-658, 1994.
- Stanghellini, C.; Meurs, W. Th. M.; Corver, F.; Dullemen, E.; Simonse, L. Combined effect of climate and concentration of the nutrient solution on a greenhouse tomato crop. II: Yield quantity and quality. *Acta Horticulturae, The Hague*, v.458, p.231-237, 1998.
- Tei, F.; Benincasa, P.; Guiducci, M. Critical nitrogen concentration in processing tomato. *European Journal of Agronomy, Amsterdam*, v.18, n.1/2, p.45-55, 2002.
- Villas Bôas, R. L.; Antunes, C. L.; Boaretto, A. E.; Sousa, V. F.; Duenhas, L. H. Perfil da pesquisa e emprego da fertirrigação no Brasil. In: Folegatti, M. V.; Casarini, E.; Blanco, F. F.; Brasil, R. P. C.; Resende, R. S. Fertirrigação: Flores, frutas e hortaliças. Guaíba: Agropecuária, 2001. cap.2, p.71-103.
- Xu, H.; Gauthier, L.; Gosselin, A. Effects of fertigation management on growth and photosynthesis of tomato plants grown in peat, rockwool and NFT. *Scientia Horticulturae, Amsterdam*, v.63, n.1/2, p.11-20, 1995.