

FRATONI MMJ; MONTEIRO MS; FRATONI SMJ; MOSSINI FH; SAMPAIO ML; CONSTANTINO LV; ALMEIDA LHC; FREGONEZI GAF; TAKAHASHI HW. 2016. Fertirrigação por gotejamento com doses de K na fase reprodutiva do tomateiro tipo italiano. *Horticultura Brasileira* 34: 110-113. DOI - <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620160000100016>

Fertirrigação por gotejamento com doses de K na fase reprodutiva do tomateiro tipo italiano

Mônica MJ Fratoni; Matheus S Monteiro; Sandra MJ Fratoni; Fellipe H Mossini; Marita L Sampaio; Leonel V Constantino; Luiz HC Almeida; Gustavo AF Fregonezi; Hideaki W Takahashi

Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina-PR, Brasil; moagrouel@yahoo.com.br; matheusmonteirotl@hotmail.com; sandrajf15@hotmail.com; pipo.fellipe@gmail.com; marita_diloreto@hotmail.com; nel_qui_uel@hotmail.com; caluizhenrique@msn.com; gustavofregonezi@yahoo.com.br; hwilson@uel.br

RESUMO

O tomate é uma das hortaliças mais comercializadas do mundo, mas há dificuldade de produção em algumas épocas do ano. O estudo do manejo do potássio (K), que é o nutriente mais extraído pela cultura poderia melhorar as condições de cultivo e o aspecto nutricional. Assim, o objetivo foi estudar o efeito de doses de K aplicadas via fertirrigação por gotejamento no início da fase reprodutiva na produtividade e no teor de K, Ca e Mg do tomateiro tipo italiano em casa de vegetação. O delineamento foi de blocos casualizados com dez repetições e cinco doses de K (60, 120, 180, 240 e 300 mg/dm³) aplicadas a partir da fase reprodutiva. Até esse estágio de desenvolvimento (abertura floral) todas as parcelas receberam solução nutritiva padrão. As doses de K até 300 mg/dm³ não influenciaram a produtividade dos frutos maduros e sadios e o teor de K, Ca e Mg nas folhas diagnósticas não foram influenciados pelos tratamentos. Foi verificada a deficiência de Ca, a partir do 2º até o 3º cacho em algumas plantas. Considerando os resultados nesse estudo, as doses de K entre 60 e 300 mg/dm³ aplicadas na fase de maior exigência (formação de frutos) não influenciaram a produtividade do tomateiro italiano.

Palavras-chave: *Lycopersicon esculentum*, nutrição, adubação potássica.

ABSTRACT

Drip fertigation with K levels in the reproductive phase of Italian-type tomato

Tomato is one of the most commercialized vegetables worldwide and its production is limited during some seasons of the year. Studying fertilization management of potassium (K), which is the most extracted nutrient by the tomato crop, could improve its growing conditions as well as its nutritional aspect. We evaluated the effect of K doses, applied by drip fertigation in the early reproductive stage, on productivity and content of K, Ca and Mg for Italian-type tomato under greenhouse conditions. Randomized blocks with ten replications was the experimental design of the treatments consisting of five K doses (60, 120, 180, 240 and 300 mg/dm³) applied on the beginning of the reproductive phase. Until flower opening, all plots received the standard nutrient solution. The K doses up to 300 mg/dm³ did not influence the productivity of ripe and wealthy fruits, and the contents of K, Ca and Mg in the diagnostic leaves were not influenced by treatments. On some plants we observed a deficiency of Ca on the second to third bunch. Considering the results in this study, doses of K between 60 and 300 mg/dm³ applied in the phase of highest demand (fruit formation), did not influence the productivity of the Italian-type tomato.

Keywords: *Lycopersicon esculentum*, plant nutrition, potassium fertilization.

(Recebido para publicação em 5 de maio de 2014; aceito em 22 de junho de 2015)

(Received on May 5, 2014; accepted on June 22, 2015)

O tomate é uma das hortaliças mais produzidas e consumidas mundialmente, tendo destaque o grupo de tomate Saladete (ou tomate italiano). Devido às dificuldades de produção em algumas épocas do ano, o cultivo em ambiente protegido tem crescido. Entretanto, o solo submetido a intensa produção em estufas é questionado quanto à sustentabilidade, devido à salinização

e à contaminação da água subterrânea, que ocorre em razão da adubação em demasia, o que resulta em lixiviação de nutrientes. Com isso, o cultivo via fertirrigação e em vasos é uma boa opção para minimizar os danos, pois os nutrientes ficarão restritos ao solo e ao substrato presente no vaso (Valérie *et al.*, 2010).

A fertirrigação consiste em utilizar a irrigação como meio para aplicação de

fertilizantes, sendo uma técnica considerada consolidada há algumas décadas (Braga, 2010). Conforme Sampaio *et al.* (1999), as maiores produções de tomate são conseguidas quando o K é aplicado via fertirrigação. As doses utilizadas para fertirrigar os tomateiros são baseadas na necessidade da cultura, o que é influenciado pelo clima, ambiente, cultivar, solo utilizado para plantio,

entre outros, conforme mostrado na literatura (Macêdo, 2002; Blanco & Folegatti, 2008; Genuncio *et al.*, 2010; Andrade, 2012).

Informações mais detalhadas sobre a nutrição mineral do tomateiro em cultivo protegido são essenciais para a definição de dosagens adequadas de fertilizantes, objetivando o máximo rendimento e elevado padrão de qualidade dos frutos (Genuncio *et al.*, 2010). Entretanto, há poucas informações sobre fertirrigação de tomateiro italiano com doses de K aplicadas na fase de reprodução. Embora o K seja comumente aplicado no início do florescimento em solução nutritiva, doses diferenciadas aplicadas no início da fase reprodutiva poderiam contribuir para maior qualidade de frutos. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a aplicação de doses de K no tomateiro do tipo italiano, aplicadas via fertirrigação por gotejamento, no início da fase reprodutiva considerada tardia quanto à aplicação de K, na produtividade e teor do K, Ca e Mg na planta, visto que competem entre si.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento e as análises foram realizados no período de maio de 2012 a abril de 2013 com a cultivar Giuliana de tomateiro italiano, em casa de vegetação e laboratório de solos na Universidade Estadual de Londrina, Londrina-PR (23°23'S, 51°10'O).

O delineamento utilizado foi de blocos casualizados com 5 doses de potássio (K) (60, 120, 180, 240 e 300 mg/dm³) aplicadas por gotejamento em vasos plásticos com capacidade para 9 L (23,5x26x19,5 cm), contendo areia de granulometria grossa como substrato. Os vasos foram dispostos em 5 fileiras, com uma planta por vaso, ficando 30 cm entre plantas e 60 cm entre linhas, além das bordaduras com 34 vasos.

As mudas de tomate, provenientes de viveiro comercial certificado, foram transplantadas para os vasos, com aproximadamente 25 cm de altura, no dia 30 de agosto de 2012. Quinze dias após o transplantio das mudas para os vasos, as plantas receberam via fertirrigação por gotejamento, solução nutritiva padrão

(100%) (mg/dm³) de Sarruge (1975): N= 198, P= 43,6, K= 152, Ca= 233, Mg= 27, S= 39, B= 0,5, Mn= 1, Zn=0,4, Cu= 0,07, Mo= 0,075, Fe= 5. Inicialmente, foi fornecida a solução na concentração de 70%, para se ambientarem, em torno de 15 dias. A dose de K utilizada, 152 mg/dm³, foi considerada ideal para manter a planta de tomate, visto que o K é o nutriente mais exigido pela cultura. Passado esse período, receberam a solução completa de 100% até o final do ciclo. Foi utilizada caixa d'água de 200 L para armazenar essa solução e colocar as bombas de forma submersa.

A aplicação dos tratamentos foi iniciada somente após o florescimento (fase reprodutiva em que os tomates do 1º cacho já estavam formados, estando com a coloração verde), o que ocorreu 50 dias após transplantio (DAT), até o final do ciclo, 93 DAT.

O sistema de fertirrigação foi constituído por um gotejador por vaso, sendo que cada gotejador continha 6 furos para a vazão da água em forma de filete. Foram utilizadas bombas submersas, com a pressão de até 1,9 metro coluna d'água (m.c.a) e potência de 38 watts (modelo AT 203 da Atman®) e galões com capacidade de 80 L para cada tratamento. As bombas eram ligadas a um timer da Kienzle® para propiciar a frequência e lâmina de água necessária para suprir adequadamente a cultura e permitir uma drenagem de, no máximo, 10% do volume aplicado.

O turno de rega foi definido com base nas características climáticas (temperatura, umidade relativa do ar) e características da cultura, sendo programado o timer para até 5 irrigações de 1 minutos cada, por dia, dependendo das condições climáticas do dia.

Antes da 1ª colheita (72 DAT), houve infestação da lagarta do tomateiro (*Helicoverpa armigera*), tendo sido aplicado o inseticida Actara® (20 g/100 L) que é recomendado para a cultura, o que amenizou o problema. Contudo, houve danos aos frutos de tomate, em especial aos do 3º cacho.

Para avaliar o estado nutricional das plantas (K, Ca e Mg), foi coletada uma folha índice por tratamento após 25 dias do início dos tratamentos. A folha índice é a maior folha superior próxima do 3º

cachos, conforme Ribeiro *et al.* (1999).

A colheita dos frutos foi realizada aos 72, 85 e 93 DAT, sendo avaliados o número e a massa média (kg/ha) de frutos por planta. A produtividade foi calculada de acordo com o espaçamento entre os vasos, plantas e a massa média (kg/ha) dos frutos de cada tratamento, com base em Andrade (2012). Os autores Gonçalves & Ventura (2009) e Roquejani *et al.* (2008) realizaram o cálculo da produtividade também, servindo de base comparativa para o presente estudo. Após a colheita, todas as folhas de cada planta também foram pesadas para obtenção da massa fresca.

Para determinação dos teores de K, Ca e Mg, após a coleta das folhas índice e da massa vegetal da parte aérea na colheita (folhas e frutos) foram pesados e lavados em água corrente e deionizada e levados para estufa de circulação de ar forçado a 55°C até atingirem massa constante. Após a secagem, foi feita trituração em moinho Willey. O teor de K foi determinado por fotometria de chama e os teores de Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica (Malavolta *et al.*, 1997).

Os dados foram submetidos à análise de variância com desdobramentos em polinômios ortogonais (regressão) pelo programa Sisvar 5.3 (Ferreira, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença significativa no teor de K nas folhas e frutos com as doses utilizadas (Tabelas 1 e 2). O uso da fertirrigação associada à aplicação de lâminas frequentes de irrigação, comuns em sistemas localizados, podem aumentar (Genuncio *et al.*, 2010), ou não a produção de tomate (Locascio *et al.*, 1989; Dangler & Locascio, 1990).

Os valores observados (Tabela 1) nas folhas (20,97 a 26,46 kg/ha Ca; 2,9 a 3,52 kg/ha Mg; 9,43 a 10,99 kg/ha K) foram inferiores aos observados por Andrade (2012), que foram de 35 a 55,27 kg/ha de Ca, 3,68 a 5 kg/ha de Mg e 29 a 45 kg/ha de K nas folhas de tomate da cv. Plutão (italiano), cultivado via fertirrigação em vasos contendo areia. É possível verificar que houve competição entre o Ca e o Mg, pelo mesmo sítio de

Tabela 1. Concentração de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K) contidos na massa seca das folhas da planta toda e concentração de K na folha índice (maior folha superior próxima do 3º cacho, aos 25 DAT) do tomateiro cv. Giuliana, cultivado com doses de potássio (K) via fertirrigação em vasos contendo areia {calcium (Ca), magnesium (Mg) and potassium (K) content in dry matter of leaves from the whole plant and K content from the reference leaf (the biggest leaf around the 3rd bunch, 25 DAT) of tomato cv. Giuliana, cultivated with doses of potassium (K) using fertigation in pots containing sand}. Londrina, UEL, 2012.

Doses K (mg/dm ³)	Ca	Mg	K	K índice
	(g/kg)			
60	26,46	3,46	10,90	16,87
120	21,07	2,90	9,43	12,97
180	20,97	3,08	10,31	17,96
240	26,08	3,52	10,87	16,44
300	23,21	3,27	10,99	16,01
CV (%)	36,83	19,64	24,24	40,34
Prob>F*	0,469	0,1831	0,6263	0,6926

*Prob>F<0,05= não significativo pelo teste F da análise de variância (not significant by F test).

Tabela 2. Concentração de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K) contidos na massa seca nos frutos e na produtividade do tomateiro cv. Giuliana, cultivado com doses de potássio via fertirrigação em vasos contendo areia {calcium (Ca), magnesium (Mg) and potassium (K) content in the dry mass of fruits and productivity of tomato cv. Giuliana depending on K doses in fertigation, in pots containing sand}. Londrina, UEL, 2012.

Doses K (mg/dm ³)	Ca	Mg	K	Produtividade
	(g/kg)			(t/ha)
60	1,18	1,10	12,36	58,11
120	1,30	1,09	13,52	59,21
180	1,42	1,17	12,78	65,92
240	1,24	1,12	12,46	59,89
300	1,29	1,09	12,20	60,44
CV (%)	22,93	8,23	28,96	33,66
Prob>F	0,473	0,3234	0,9354	0,8958

*Prob>F<0,05= não significativo pelo teste F da análise de variância (not significant by F test).

absorção, em ambos os trabalhos, sendo que o Ca teve maior absorção. Para a folha índice, o teor variou de 12,97 a 17,96 g/kg de K (Tabela 1), sendo o valor médio de 16,05 g/kg de K. Andrade (2012) observou valores médios de 18,78 g/kg de K. Autores como Fernandes *et al.* (2002) encontraram teor médio de K de 51 g/kg, valor superior ao encontrado no trabalho em questão. Essa diferença se deve, possivelmente, à época de aplicação das doses de K, visto que foi aplicado tardiamente (fase reprodutiva, início da frutificação), bem como a cultivar e modo de condução das plantas.

Foi observado nos frutos do tomateiro um teor de Ca entre 1,18 a 1,42 g/

kg e de Mg entre 1,0 a 1,17 g/kg (Tabela 2). Blanco & Folegatti (2008), testando doses de K (8, 16 e 24 g/planta de K₂O), aplicadas via fertirrigação, observaram em frutos de tomate, híbrido «Facundo», valores entre 2,2 e 2,5 g/kg de Ca e 1,3 g/kg de Mg e 31 a 35 g/kg de K. No presente trabalho foram encontrados teores semelhantes para Mg, porém o teor de K (12,10 a 13,52 g/kg) (Tabela 2) foi inferior quando comparado ao trabalho destes autores. Conforme a literatura, o teor médio de K nos frutos de tomate varia de 30 a 40 g/kg. Essa diferença se deve, possivelmente, ao fato da aplicação das doses de K ter se iniciado já na fase reprodutiva, quando a planta absorve K em menor quantidade. Com isso, nota-se

que, para ter um acúmulo significativo deste nutriente, é importante fornecer o K na fase que antecede a frutificação, ou seja, logo no florescimento. Nos estudos de Gargantini & Blanco (1963), sobre marcha de absorção do tomateiro, o K foi o elemento que apresentou maiores concentrações nas diversas partes da planta, evidenciando sua importância e necessidade em todo o ciclo.

Quanto à produtividade, os valores médios foram 58,11 a 65,92 t/ha, satisfatórios para a produtividade comercial (Tabela 2). Esses valores foram semelhantes, se comparados a resultados de outros autores com a mesma cultivar (Giuliana) que obtiveram em cultivo convencional em solo, 50 t/ha (Gonçalves & Ventura, 2009) e, em ambiente protegido 106,7 t/ha (Roquejani *et al.*, 2008). Embora tenha ocorrido variação de 58,11 (60 mg/dm³ de K) a 65,92 t/ha (180 mg/dm³ de K), não houve diferença estatística entre as doses de K (Tabela 2), mesmo tendo sido aplicadas na época de maior exigência.

A época de aplicação foi baseada em vários trabalhos. Segundo Faquin (2001), maiores doses de K devem ser aplicadas já na abertura das primeiras flores, para que seja absorvido e translocado para o florescimento e na formação dos frutos, onde mais é requerido. A máxima absorção diária dos nutrientes coincide com o período inicial da frutificação e nesse período ocorre a mobilização de nutrientes e assimilados (Taiz & Zeiger, 2004). Para a maioria das cultivares de tomate, até o início do florescimento, a planta absorve menos de 10% do total de nutrientes acumulados ao longo do ciclo (Ward, 1967; Fernandes *et al.*, 1975; Haag *et al.*, 1978). Desde a germinação, bem como durante o florescimento e a frutificação (55 aos 120 dias), o tomateiro absorve elevadas quantidades de nutrientes (Gargantini & Blanco, 1963; Fernandes *et al.*, 1975). O K é usualmente aplicado parceladamente em cobertura na cultura, via água de irrigação, e sua absorção é maior no período entre 35 e 91 dias, quando atinge 75% do K absorvido durante o ciclo cultural (Fayad *et al.*, 2002).

No presente experimento, as plantas cresceram e frutificaram normalmente, mas, em algumas plantas, os frutos

foram acometidos de podridão apical, o que é caracterizado pela falta de Ca, a partir do 2º até o 3º cacho. Isso foi devido à competição entre Ca e K.

Considerando os resultados nesse estudo, doses de K entre 60 e 300 mg/dm³ aplicadas na fase de maior exigência (formação de frutos) não influenciaram a produtividade do tomateiro italiano verificando que, o ideal, é que as doses sejam aplicadas inicialmente na fase de florescimento do tomateiro.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE BLG. 2012. *Manejo da fertirrigação do tomateiro cultivado em vaso com areia*. Londrina: UEL. 62p (Tese mestrado).
- BLANCO FF; FOLEGATTI MV. 2008. Doses de N e K no tomateiro sob estresse salino: III. Produção e qualidade de frutos. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental* 12: 122-127.
- BRAGA GNM. Na sala com Gismonti. 2010, 13 de abril. *As vantagens da Fertirrigação*. Disponível em: <http://agronomiacomgismonti.blogspot.com.br/2010/04/as-vantagens-da-fertirrigacao.html>. Acessado em abril de 2013.
- DANGLER JM; LOCASCIO SJ. 1990. Yield of trickle-irrigated tomatoes as affected by time of N and K application. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 115: 585-589.
- FAQUIN V. 2001. *Nutrição mineral de plantas*. Lavras: UFLA/FAEPE, 182 p.
- FAYAD JA; FONTES PCR; CARDOSO AA; FINGER FL; FERREIRA FA. 2002. Absorção de nutrientes pelo tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. *Horticultura Brasileira* 20: 90-94.
- FERNANDES C; ARAÚJO JAC; CORÁ JE. 2002. Impacto de quatro substratos e parcelamento da fertirrigação na produção de tomate sob cultivo protegido. *Horticultura Brasileira* 20: 559-563.
- FERNANDES PD; CHURATA-MASCA MGC; OLIVEIRA GD; HAAG HP. 1975. Nutrição mineral de hortaliças. Absorção de nutrientes pelo tomateiro em cultivo rasteiro. *Anais da ESALQ*, Piracicaba 32, p. 595-608.
- FERREIRA DF. 2010. *SISVAR 5.3 - Sistema de análise de variância*. Lavras: UFLA.
- GARGANTINI H; BLANCO HG. 1963. Marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro. *Bragantia* 56: 693-713.
- GENUNCIO GC; SILVA RAC; SÁ NM; ZONTA E; ARAÚJO AP. 2010. Produção de cultivares de tomateiro em hidroponia e fertirrigação sob razões de nitrogênio e potássio. *Horticultura Brasileira* 28: 446-452.
- GONÇALVES P; VENTURA MF. 2009. Comportamento de cultivares de tomate italiano (saladete) em cultivo convencional em Guarapuava-PR. *Anais do XVIII EAIC*. Londrina.
- HAAG HP; OLIVEIRA GD; BARBOSA V; SILVA JM. 1978. Nutrição mineral de hortaliças. Marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro destinado ao processamento industrial. *Anais da ESALQ*, Piracicaba. p. 243-270.
- LOCASCIO SJ; OLSON SM; RHOADS FM. 1989. Water quantity and time of N and K application for trickle-irrigated tomatoes. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 114: 265-268.
- MACÊDO LS. 2002. *Lâminas de água e fertirrigação potássica sobre o crescimento, produção e qualidade de frutos do tomateiro (Lycopersicon esculentum Mill.) em ambiente protegido*. Lavras: UFLA. 101p (Tese doutorado).
- MALAVOLTA E; VITTI GC; OLIVEIRA AS. 1997. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: Potafós. 319p.
- RIBEIRO AC; GUIMARÃES PTG; ALVAREZ VVH. 1999. (ed). *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação*. Viçosa: CFSEMG 359p.
- ROQUEJANI MS; MELO AMT; SHIRAHIGE FH; MELO PCT; PURQUERIO LFF. 2008. Produtividade e qualidade de híbridos de tomate dos segmentos italiano e santa cruz em ambiente protegido. In: FAPESP. *Anais eletrônicos...*Campinas: IAC. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/areadoinstituto/pibic/anais/2008/Artigos/RE0800020.pdf>. Acessado em 15 de julho de 2013.
- SAMPAIO RA; FONTES PCR; SEDIYAMA CS. 1999. Resposta do tomateiro à fertirrigação potássica e cobertura plástica do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 34: 21-30.
- SARRUGE JR. Soluções nutritivas. 1975. *Summa Phytopathologica* 1: 231-233.
- TAIZ L; ZEIGER E. 2004. *Fisiologia Vegetal*. 3a ed. Porto Alegre: Artmed. 719p.
- VALÉRIE G; WIMB; EWELINAH; CARMONA-TORRES C; WANG H; VAN DE PEPPEL A; CÓNDROR GOLEC A; DORAIS M; VAN MEETEREN U; HEUVELINK E; REMBIALKOWSKA E; VAN BRUGGEN A. 2010. Differences in N uptake and fruit quality between organically and conventionally grown greenhouse tomatoes. *Agronomy for Sustainable Development* 30: 797-806.
- WARD, GM. 1967. Growth and nutrient absorption in greenhouse tomato and cucumber. *American Society Horticultural Science* 90: 335-341.