



## Desempenho agrônômico de tomate industrial em função de doses de fósforo em Latossolo com alto teor do nutriente

Rodrigo Hiyoshi Dalmazzo Nowaki<sup>(3)</sup>; Arthur Bernardes Cecílio Filho<sup>(1)</sup>; Bruno Trevizaneli<sup>(2)</sup>; Leonardo Correia Costa<sup>(4)</sup>; Cláudia Amaral Cruz<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” – UNESP -Câmpus deJaboticabal, Depto. Produção Vegetal, Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, 14.884-900 Jaboticabal-SP; E-mail: rutra@fcav.unesp.br; <sup>(2)</sup> Engenheiro Agrônomo; <sup>(3)</sup> Pós-graduandos do Programa Agronomia (Produção Vegetal), UNESP; <sup>(4)</sup> Pós-graduando do Programa Agronomia (Ciência do Solo), UNESP

**RESUMO:** A fertilização é um dos mais importantes fatores de manejo cultural do tomateiro, e o fósforo (P) é um nutriente estratégico. Objetivou-se avaliar o desempenho do tomateiro ‘Heinz 9553’ às doses de 0, 200, 400, 600, 800 e 1.000 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. O experimento foi conduzido em Guaíra, SP, em Latossolo com alto teor de P, de 10-5 a 24-9-2011, em blocos casualizados, com quatro repetições. As doses influenciaram o teor foliar de P e o teor de P disponível no solo. As produtividades total (127,3 t ha<sup>-1</sup>) e comercial (109,2 t ha<sup>-1</sup>) foram obtidas com 414 e 384 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, respectivamente. As quantidades de frutos não comerciais (verdes) e comerciais (vermelhos e coloridos), em relação ao total produzido, não foram influenciadas pelo aumento de P. O teor de sólidos solúveis foi máximo (4,3ºBrix) com dose estimada de 348 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. O pH do suco de tomate não foi influenciado (média de 4,5).

**Termos de indexação:** *Solanum lycopersicum*, *Lycopersicon esculentum*, adubação fosfatada.

### INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum*) é um dos mais populares vegetais produzidos no mundo (Elbasher et al., 2013). Dentre as hortaliças cultivadas no Brasil destaca-se como a mais importante, com aproximadamente 60 mil hectares cultivados (Eloi et al., 2011). Deste total, a produção destinada à indústria contribuiu com 36,6% da produção nacional, cerca de 1,35 milhões de toneladas (IBGE, 2012).

A adubação mineral é um dos fatores de manejo cultural que mais afeta a produção das hortaliças. O fósforo é um dos nutrientes mais exigidos, com doses podendo atingir 400 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Raij et al. 1997).

Uma característica do P é sua baixa disponibilidade devido à lenta difusão e alta fixação no solo (Shen et al., 2011). Os solos tropicais apresentam baixa eficiência no que diz respeito à adubação fosfatada devido a grande capacidade que o nutriente possui de formar compostos estáveis com os colóides de solos dessas regiões (Hopkins e Ellsworth, 2005). Esta condição faz com

que a quantidade de P usada na adubação praticamente não seja diretamente proporcional à demandada pela cultura. A retenção de P não lábil exerce forte competição entre solo e planta pelo P aplicado na forma de fertilizante (Fernandes et al., 2008).

Diante disso, objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho do tomateiro ‘Heinz 9553’ (finalidade industrial), às doses de fósforo, quando cultivado em um Latossolo com alto teor desse nutriente.

### MATERIAL e MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Sítio da Mata, localizado no município de Guaíra, Estado de São Paulo, com coordenadas geográficas de 20°12’45,41” sul, 48°26’57,71” oeste e altitude 528 metros de altitude, no período de 10 de maio e 24 de setembro de 2011. Utilizou-se o híbrido de tomate Heinz 9553. O solo é classificado como Latossolo Roxo Ácrico e Eutrófico (Stefaniet al., 2006). Os atributos químicos do solo na camada de 0 a 20 centímetros em pré-instalação do experimento foram: pH<sub>(CaCl2)</sub> = 6,1; M.O. = 26 g dm<sup>-3</sup>; P<sub>(resina)</sub> = 145 mg dm<sup>-3</sup>; 4,3; 60; 19 e 103,3 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de K, Ca, Mg, CTC, respectivamente, e V = 81%.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com seis tratamentos e quatro repetições, correspondentes aos tratamentos de seis doses de fósforo (T1=0, T2= 200, T3= 400, T3= 600, T4= 800 e T5=1000 Kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), usando como fonte do nutriente o superfostato triplo, contendo 42% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. As definições das doses de fósforo foram baseadas na dose de 450 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, utilizada por produtores de tomate industrial na região de Guaíra, mesmo em solos com teor alto de fósforo.

A unidade experimental continha três linhas de plantas com 5 metros de comprimento. As linhas laterais da unidade experimental foram consideradas bordaduras, assim como as duas primeiras e últimas plantas da linha central.

A variedade utilizada no experimento foi a Heinz 9553. As mudas utilizadas foram formadas em bandejas de polipropileno com 480 células e

transportadas para a área experimental no dia 10 de maio de 2011, quando apresentavam cinco folhas totalmente desenvolvidas. Adotou-se o espaçamento de 0,25 metro entre plantas e 1,25 metro entre linhas, totalizando 32.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Após transplante, as mudas foram irrigadas por sistema de pivô central, com lâmina inicial de 10 milímetros de água. Durante todo ciclo foi usado cerca de 380 milímetros de água, aplicados de acordo com a necessidade da planta em relação aos dados fornecidos pelos tensiômetros instalados na área.

O preparo do solo constituiu em aração, seguida por uma passagem de grade intermediária e por duas passagens de grade niveladora e posterior uso do "rolão". Realizou-se a calagem para elevar a saturação de bases do solo a 85% e o teor de magnésio ao mínimo de 9mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>. A adubação de plantio foi realizada seguindo as recomendações de Trani et al. (1997).

A colheita foi realizada 137 dias após transplante (DAT) quando no mínimo 85% dos frutos encontravam-se em ponto de colheita, satisfazendo as características industriais necessárias, como teor de sólidos solúveis, uniformidade de maturação e coloração.

Após surgimento do primeiro fruto maduro, foram coletadas amostras foliares para avaliação do teor de P, seguindo as recomendações de (Trani e Raij, 1997). Os teores foliares de P foram determinados segundo metodologia proposta por Bataglia et al. (1983).

Os frutos colhidos foram pesados e posteriormente quantificados quanto a coloração (vermelhos, coloridos e verdes). Foram considerados vermelhos os frutos com toda superfície vermelha; coloridos os que possuíam manchas amarelas ou verdes e verdes os que apresentaram toda a superfície verde. A seleção foi feita seguindo os padrões da empresa Tomilho Alimentos.

Para essa avaliação consideraram-se os frutos vermelhos e coloridos, destinados ao processamento industrial. Os frutos verdes foram considerados para avaliação da produtividade total, mas descartados para quantificação da produtividade comercial.

Os frutos vermelhos e coloridos foram encaminhados para o laboratório da empresa para quantificação do teor de sólidos solúveis totais, medido por refratômetro portátil (Instrutherm®). Em seguida os frutos foram moídos para posterior medição do pH, com o uso de peagômetro digital.

Após a colheita dos frutos, realizou-se no sulco de plantio, a coleta de oito amostras de solo da camada de 0 a 20 cm, por unidade experimental, as quais foram homogeneizadas e retirados 250 g para avaliação do teor de P, segundo metodologia de Raij et al. (2001).

Foram realizadas análises de variância (teste F), segundo o delineamento proposto e análise de

regressão. Quando significativa, escolheu-se a equação com significância e maior coeficiente de determinação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de P na folha diagnose do estado nutricional do tomateiro foram influenciados pelas doses de P (**Tabela 1**). À medida que a maior dose foi fornecida às plantas maior foi o teor foliar (**Figura 1**). Entretanto, os teores foliares de fósforo foram inferiores ao teor de 3,5 g kg<sup>-1</sup> (Malavolta et al., 1997), e de a 4,0 a 8,0 g kg<sup>-1</sup> (Raij e Trani, 1997), considerados teores adequados para o tomateiro. O efeito da fertilização fosfatada no teor de P também foi observado por Silva et al. (2001), que constataram aumento linear do teor de P na folha do tomateiro à medida que maior foi a dose de P.

As produtividades total e comercial foram influenciadas pelo aumento nas doses de P, ajustando-se ao modelo quadrático (**Figura 2**). A máxima produtividade total de 127,3 t ha<sup>-1</sup>, foi obtida com a dose de 414 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e a máxima produtividade comercial de 109,2 t ha<sup>-1</sup>, foi obtida com 384 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Maiores doses de P (1000kg ha<sup>-1</sup>) implicaram na mitigação das produtividades total e comercial. Já a ausência em pré-transplante das mudas, proporcionou produtividade superior quando comparada a dose máxima.

A dose de P recomendada para o tomateiro industrial, em solos com alto teor de P (maior do que 60 mg dm<sup>-3</sup>) é 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Avaliando a aplicação de P em solos argilosos, médios e arenosos, Machado et al. (2012) verificaram que a disponibilidade de P foi maior quanto maior a dose aplicada no solo argiloso, seguido do solo de textura média e arenoso atribuindo este resultado fator capacidade máximo de adsorção de fósforo que o solo apresenta. Ele é definido pela razão de equilíbrio entre a quantidade de P e o P na solução do solo e representa uma medida da capacidade do solo em manter um nível determinado de P em solução (Gonçalves et al., 1989).

O valor encontrado para maximizar a produtividade comercial é considerado baixo por (Trani e Raij, 1997). Com a dose indicada, seria obtida segundo equação ajustada, 103,9 t ha<sup>-1</sup> de frutos comerciais representando 95% da máxima obtida no experimento.

A média da percentagem de frutos comerciais foi de 86,6% em relação ao total produzido. Esse valor está dentro da faixa de 5 a 15% de descarte, verificado na região de Guaíra. Não foram obtidos ajustes significativos para percentagens da produção de frutos verdes, vermelhos e comerciais em relação ao total produzido.

O teor de sólidos solúveis totais foi influenciado pelas doses de P (**Tabela 2**) e verificou-se ajuste significativo do modelo quadrático (**Figura 3**). Este resultado é atribuído às mudanças ocorridas na



composição do tomate durante a maturação (Cardoso, 2006)

O máximo teor de sólidos solúveis (4,3°Brix) foi obtido com a dose estimada de 348 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, valor este muito próximo ao necessário para atingir máxima produtividade comercial. Estes açúcares solúveis junto aos ácidos orgânicos durante o processo de amadurecimento determinam o sabor do fruto e afetam diretamente a qualidade do produto (Machado et al., 2002).

O teor de P no solo foi influenciado pelas doses de P aplicadas (**Tabela 2**), havendo ajuste significativo de equação polinomial linear.

## CONCLUSÃO

Em Latossolo com alto teor de P, para obter a máxima produtividade e 95% da produtividade máxima, são necessários 384 e 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Para maximizar o teor de sólidos solúveis totais deve-se aplicar 348 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

## REFERÊNCIAS

### a. Periódicos:

CARDOSO, S. C. et al. Qualidade de frutos de tomateiro com e sem enxertia. *Bragantia*, v.65, p.269-274, 2006.

ELBASHIR, A. A.; ALBADRI, A.E. A. E.; AHMED, H. O. Residues Levels of pyrethroids pesticide in an open field tomatoes from Sudan by Gas Chromatography with Electron Capture Detector (GC-ECD) . *Peak Journal of Food Science and Technology*, Sudan, Vol. 1(1), P. 6-12, February, 2013.

ELOI, W. M.; DUARTE, S.N.; SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; MIRANDA, J. H. Rendimento comercial do tomateiro em resposta à salinização ocasionada pela fertigação em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.15, n.5, p.471-476, janeiro de 2011.

FERNÁNDEZ, R.I.E. NOVAIS, R.F.; NUNES, FLANCER, F.N.; KER, J.C. Reversibilidade de fósforo não-lábil em solos submetidos à redução microbiana e química. ii - extrações sucessivas do fósforo pela resina de troca aniônica. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, Viçosa, vol. 32, p.2319-2330, 2008.

MACHADO, V.J.; SOUZA, C.H.E. Disponibilidade de fósforo em solos com diferentes texturas após aplicação de doses crescentes de fosfato monoamônico de liberação lenta. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 28, supplement 1, p. 1-7, Mar. 2012.

GONÇALVES, J.L.M.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L.; RIBEIRO, A.C. Cinética de transformação de fósforo-lábil em não-lábil, em solos de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.13, p.13- 24, 1989.

SILVA, E.C.; MIRANDA, J.R.P.; ALVARENGA, M.A.R. Concentração de nutrientes e produção do tomateiro podado e adensado em função do uso de fósforo, de

gesso e de fontes de nitrogênio. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 19, n. 1, p. 64-69, março 2001.

SHEN, J.; YUAN, L.; ZHANG,.; LI, H.; BAI, Z.; CHEN, X.; ZHANG, W.; ZHANG, F. Phosphorus Dynamics: From Soil to Plant. *Plant Physiology*, Beijing, vol. 156, p. 997-1005, July 2011.

### b. Livro:

BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P.R.; GALLO, J.R. Métodos de análise química de plantas. Campinas: IAC, 1983. 48p.

HOPKINS, B.; ELLSWORTH, J. Phosphorus availability with alkaline/calcareous soil. In: *Western Nutrient Management Conference Proceedings*, v.6, p.88-93, Salt Lake City. Proceedings... Salt Lake City: International Plant Nutrition Institute. 2005.

MALAVOLTA. E.; VITTI, G. C. e OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. Ed. rev. atual. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 319p. Funções, Cap3, p.76-77.

RAIJ, B.; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H. e ABREU, C. A. Interpretação de resultados de análise de solo. In: RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. e FURLANI, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2. Ed. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1997. p.185.

RAIJ, B.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H. e QUAGGIO, J. A. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001, 190p.

STEFANI, F. L.; TOGNON, A. A.; SAAD, A. M. e AGENA, S. S. Classificação do solo do município de Guaíra, SP, no Sistema de Capacidade de Uso. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) 2006.

TRANI, P. E.; RAIJ, B. Hortaliças. In: RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Eds). Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2 ed. rev. atual. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, (Boletim Técnico, 100), cap. 18, 1997. p. 157-185.

### d. Internet:

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2012, 6 de janeiro. *Levantamento sistemático da produção agrícola*. 2011. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa\\_201111.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201111.pdf)> Acesso em: 15 de Abr. 2013.

**Tabela 1.** Valores de F, significâncias e coeficientes de variação das análises de variância das características teor foliar de P (TFP), produtividades total (PT) e comercial (PC), em função das doses de fósforo.

Dose de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )	TFP (g kg <sup>-1</sup> )	PT (t ha <sup>-1</sup> )	PC (t ha <sup>-1</sup> )
0	2,57	113,42	97,61
200	2,64	123,34	110,6
400	2,71	125	108,3
600	2,78	130,44	109,06
800	2,85	109,96	93,18
1000	2,92	100,38	90,4
CV (%)	6,24	5,83	9,31
Valor de F	3,17*	10,67**	3,45*

ns = não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

\* = significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

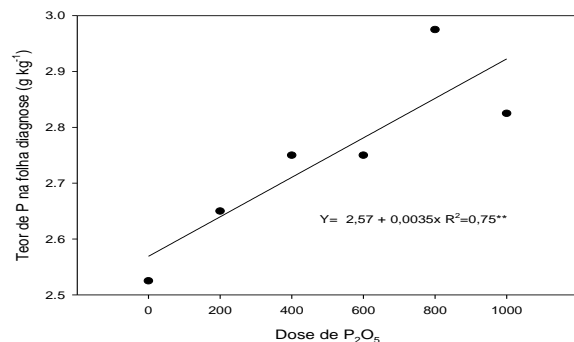
\*\* = significativo pelo teste F a 1% de probabilidade.

**Tabela 2.** Valores de F, significâncias e coeficientes de variação das análises de variância das características teor sólidos solúveis totais (SST), pH do suco e teor de P no solo (PS), em função das doses de fósforo.

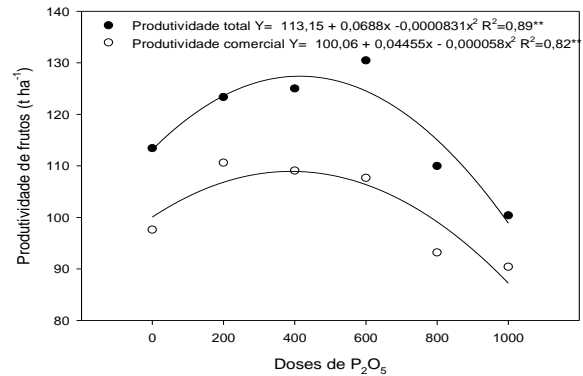
Doses de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )	SST °Brix	pH do suco	PS (mg dm <sup>-3</sup> )
0	4,17	4,47	142
200	4,32	4,55	423
400	4,67	4,51	502
600	4,32	4,48	722
800	3,82	4,54	815
1000	3,67	4,52	752
CV (%)	11,46	1,38	24,35
Valor de F	2,34 <sup>ns</sup>	0,72 <sup>ns</sup>	60,75**

ns = não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

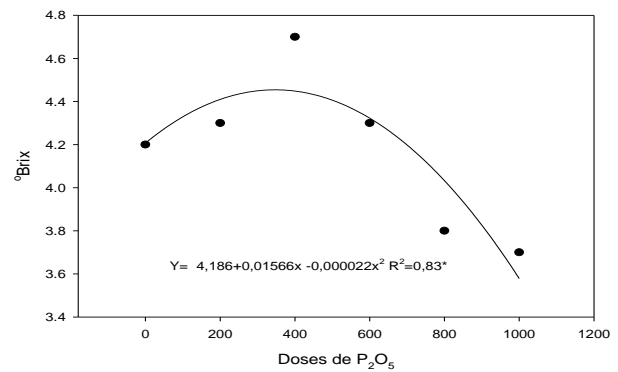
\*\* = significativo pelo teste F a 1% de probabilidade.



**Figura 1** Teor foliar de P no tomate indústria em função de doses de fósforo.



**Figura 2** Produtividade total e comercial de frutos de tomate indústria em função de doses de fósforo.



**Figura 3** Teor de sólidos solúveis totais (TSS) de frutos de tomate indústria em função de doses de fósforo.