

## Utilização de paclobutrazol na produção de mudas de tomateiro

Katiane Santiago Silva Benett<sup>1</sup>, Max José de Araújo Faria Junior<sup>2</sup>,  
Cleiton Gredson Sabin Benett<sup>3\*</sup>, Alexsander Seleguini<sup>3</sup>, Odair Lacerda Lemos<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Goiás, Ipameri, GO, Brasil

<sup>2</sup> Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Araçatuba, SP, Brasil

<sup>3</sup>Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, Brasil

<sup>4</sup>Campus de Itapetinga, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA, Brasil

\*Autor correspondente, e-mail: cbenett@hotmail.com

### Resumo

A cultura do tomateiro é de grande versatilidade e importância no desenvolvimento socioeconômico do País. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes concentrações de paclobutrazol (PBZ) na produção de mudas de dois híbridos de tomateiro. O trabalho foi desenvolvido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia-UNESP, Campus de Ilha Solteira, Estado de São Paulo, Brasil. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 2, sendo quatro concentrações de paclobutrazol (0, 50, 100 e 150 mg L<sup>-1</sup>) e dois híbridos de tomateiro (Jennifer e AF 7631), com quatro repetições. Foram avaliados os efeitos do PBZ na qualidade das mudas, na altura média de plântula, diâmetro do caulículo, relação diâmetro/altura de plântulas, área foliar, massa seca da parte aérea e raízes, relação entre massa seca de raízes e massa seca da parte aérea e taxa de crescimento absoluto. A aplicação das diferentes concentrações de paclobutrazol influencia o desenvolvimento da parte aérea das plântulas. O uso do paclobutrazol reduz a massa seca aérea, aumenta a massa seca radicular e incrementa a qualidade da muda produzida.

**Palavras-chave:** híbridos, regulador de crescimento, *Solanum lycopersicum*

## Use of paclobutrazol in the production of tomato seedlings

### Abstract

The tomato crop is of great versatility and importance in the socioeconomic development of the Country. This research was aimed at evaluating the effects of different paclobutrazol concentrations in the production of seedlings of two tomato hybrids. This research was conducted at Teaching, Research and Extension Farm of the College of Engineering of Ilha Solteira, UNESP. State of São Paulo, Brazil. The experimental design was completely randomized, in factorial outline 4 x 2, being four paclobutrazol concentrations (0, 50, 100 and 150 mg L<sup>-1</sup>) and two tomato hybrids (Jennifer and AF 7631), with four replications. We evaluated the effects of PBZ on the quality of seedlings in the seedling height, diameter of stem, ratio diameter / height of seedlings, leaf area, dry mass of shoots and roots, ratio of dry root and dry weight of air and absolute growth rate. The application of different concentrations of paclobutrazol influences the development of seedling shoots. The use of paclobutrazol reduces dry mass, increased root biomass and increases the quality of the changes produced.

**Keywords:** hybrids, growth regulator, *Solanum lycopersicum*

## Introdução

O tomateiro é uma planta da classe dicotiledoneae, pertencente à família Solanaceae, gênero *Solanum*, sendo a espécie *Solanum lycopersicum* L. de maior importância econômica (Alvarenga, 2004). É uma das principais espécies oleráceas cultivadas no mundo.

O Brasil sustenta o primeiro lugar em volume e valor econômico da produção. O País produz cerca de 4,2 milhões de toneladas de frutos de tomate em uma área de 65.964 ha (Faostat, 2011). Em 2010, o Estado de São Paulo, produziu cerca de 19,6 milhões de caixas de tomate com 25 kg de frutos em uma área de aproximadamente 7.975 ha, com as regiões de Sorocaba e Campinas as principais produtoras, com produção de 12.795.840 e 3.998.180 caixas de tomate com 25 kg de frutos, respectivamente (IEA, 2011).

A regularidade da oferta de hortaliças ao longo do ano é um dos principais desafios atuais da olericultura. Face à complexidade crescente dos sistemas de produção, a etapa referente à produção de mudas tende a ser feita por produtores especializados, que atuam como fornecedores de mudas para aqueles dedicados à produção final (Seleguini, 2007).

Um dos problemas que pode ocorrer na fase de produção de mudas é o estiolamento. Esse vem a ser o desenvolvimento rápido da parte aérea, manifestado pela formação de mudas alongadas, frágeis e com poucas raízes.

Uma das práticas que vem sendo utilizada para contornar esse problema é o condicionamento do crescimento, que é uma estimulação química ou física, ou um estresse suave aplicado às mudas, visando regular o crescimento e a qualidade destas, o que pode ser obtido com o uso de reguladores químicos, dentre estes, destaca-se o Paclobutrazol. Embora esta técnica do condicionamento de mudas tenha sido difundida em outros países, a mesma ainda não tem sido efetivamente estudada para a produção de mudas no Brasil (Nascimento et al., 2003).

Os reguladores de crescimento têm sido utilizados na agricultura, principalmente, com o intuito de reduzir o crescimento vegetativo,

promover os processos de floração e frutificação, e regular a alternância da produção (Silva et al., 2003). O paclobutrazol (PBZ) é um triazol que bloqueia a biossíntese do ácido giberélico, diminuindo o desenvolvimento vegetal. A resposta das plantas ao PBZ varia de acordo com a aplicação, absorção e estágio fenológico em que a aplicação foi realizada (Santos et al., 2004). O PBZ pode ser aplicado nas folhas ou diretamente no solo. É absorvido passivamente pelas raízes, caule e folhas e tem movimento acrópeto dentro da planta, movendo-se pelo xilema para folhas e brotos.

Berova & Zlatev (2000), constataram que o paclobutrazol tem a capacidade de reduzir a altura e aumentar a espessura da haste da planta jovem de tomateiro, como, também, acelerar a formação de raízes. Esse conjunto de características é vantajoso, pois melhoram a qualidade das mudas para o plantio.

Deste modo, o uso de reguladores de crescimento em cultivares de hortaliças tem se tornado uma opção para controlar, sobretudo, a altura de plantas e qualidade das mudas, contudo, pouco se sabe sobre os efeitos do paclobutrazol nos processos fisiológicos das plantas que possam contribuir para o incremento da produtividade (Resende & Souza, 2002).

Objetivou-se com este estudo avaliar o efeito da aplicação de diferentes concentrações de paclobutrazol sobre a qualidade das mudas de dois híbridos de tomateiro.

## Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia-UNESP, Campus de Ilha Solteira, com latitude de 20° 22' S, longitude 51° 22' W e altitude de 330 m, no município de Ilha Solteira-SP, Brasil.

Para instalação do experimento fez-se a semeadura em bandejas de poliestireno expandido, com 128 células, utilizando substrato organomineral comercial. Cada bandeja comportou três parcelas experimentais de 32 células (plantas). As bandejas foram acomodadas em viveiro agrícola coberto com tela de monofilamento, malha com 50% sombreamento (Sombrite®), irrigadas

diariamente através de aspersores estacionários. As posições das bandejas na bancada foram periodicamente alteradas para homogeneidade das mudas.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 2, sendo quatro concentrações de paclobutrazol (0, 50, 100 e 150 mg L<sup>-1</sup>) e dois híbridos de tomateiro de crescimento indeterminado (Jennifer e AF 7631), com quatro repetições e cinco plântulas por parcela (unidades de observação).

Aos 15 dias após a emergência, procedeu-se a aplicação do regulador de crescimento, via aspersão nas folhas, com o auxílio de um pulverizador com pressão constante, aplicando-se 150 ml de solução, nas concentrações específicas de cada tratamento. Estas soluções foram preparadas a partir do produto comercial, contendo 15% do ingrediente ativo (m/m). Inicialmente, foi preparada uma solução padrão a 1%, diluindo-se 6,66 g do produto comercial em 100 mL de álcool, em seguida, para obtenção das concentrações desejadas de 50, 100 e 150 mg L<sup>-1</sup>, foram feitas diluições dessa solução padrão em água destilada.

Avaliou-se a altura média de plântula e diâmetro do caulículo aos 15 e 30 dias após emergência; relação diâmetro/altura de plântulas; massa seca (aérea e de raízes) quando as mudas apresentavam-se no ponto de transplante; relação entre massa seca de raízes e massa seca da parte aérea; taxa de crescimento absoluto para altura de plantas (TCA), conforme apresentado por Benincasa

(1988), índice de qualidade de Dickson, segundo Dickson et al. (1960), e área foliar, a qual foi mensurada com o auxílio do software IMAGE TOOL®.

Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade, para híbridos. Para as concentrações de paclobutrazol foram ajustadas análises de regressão.

### Resultados e Discussão

Nas avaliações de produção de mudas não foram detectadas interações significativas, em nenhuma das características estudadas, entre os híbridos e as concentrações de PBZ.

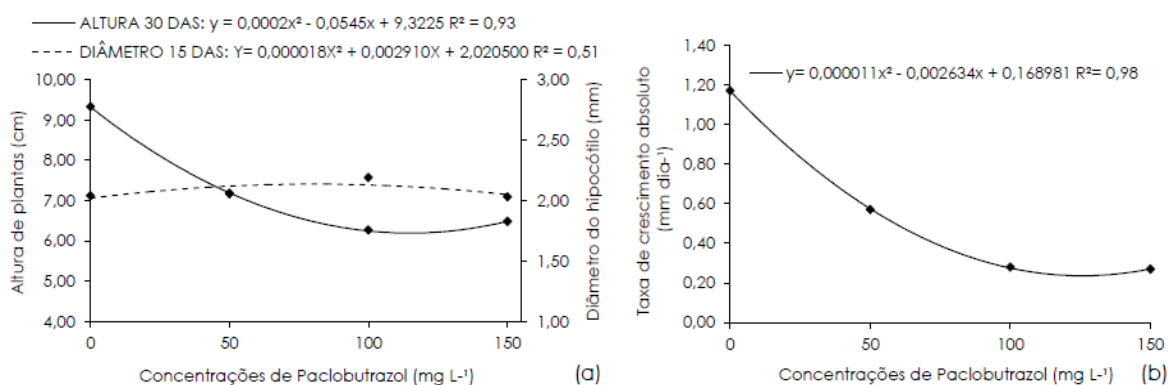
Aos 15 e 30 dias após a emergência (DAE), não foram detectadas diferenças entre os híbridos avaliados quanto à altura, taxa de crescimento absoluto para a altura das plantas (TCA) e o diâmetro da base do colo das plântulas (Tabela 1).

Houve efeito significativo das concentrações de PBZ aos 15 DAE para o diâmetro do hipocótilo e aos 30 DAS para altura de plântulas, cujas respostas foram descritas através de regressões polinomiais quadráticas, com ponto de mínimo estimados para concentrações de 80,83 mg L<sup>-1</sup> para altura e ponto de máximo de 136,25 mg L<sup>-1</sup> para o diâmetro, respectivamente (Figura 1a). Partida et al. (2005) trabalhando com doses de PBZ e cultivares de tomate observaram redução no crescimento de plantas.

**Tabela 1.** Altura e diâmetro do caulículo das plântulas aos 15 e 30 dias após a emergência (DAE) e taxa de crescimento absoluto para altura de plantas (TCA) entre 15 e 30 DAE, obtidos para mudas de tomateiro, híbridos AF 7631 e Jennifer produzidos com diferentes concentrações de paclobutrazol

Fator	Altura de plântulas (cm)		Diâmetro do caulículo (mm)		TCA (mm dia <sup>-1</sup> )
	15 DAE	30 DAE	15 DAE	30 DAE	
Híbridos					
AF 7631	6,05 a	7,41 a	2,04 a	2,23 a	0,79 a
Jennifer	6,14 a	7,21 a	2,11 a	2,28 a	0,62 a
CV %	10,83	8,85	5,60	7,25	47,95

Médias seguidas de mesma letra nas colunas, para cada fator estudado, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0.05).



**Figura 1.** Variação da altura de plantas e diâmetro do caulículo (A) e taxa de crescimento absoluto (B) de plântulas de tomateiro AF 7631 e Jennifer, em função de diferentes concentrações de paclobutrazol.

Para a TCA também ocorreu comportamento polinomial das concentrações de paclobutrazol com ponto de mínimo estimado de 119,72 mg L<sup>-1</sup> (Figuras 1b). Alguns trabalhos tem demonstrado que a utilização do paclobutrazol tem influenciado na redução do crescimento do tomateiro (Berova & Zlatev, 2000; Giovinnazzo & Souza-Machado, 2001; Nascimento et al., 2003; Silva & Faria Junior, 2011).

Em termos gerais, independentemente dos híbridos estudados, ocorreram reduções na altura de plântulas aos 30 DAE de aproximadamente 23, 32 e 30% para as concentrações de 50, 100 e 150 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente, se comparados ao tratamento testemunha (0 mg L<sup>-1</sup>). De acordo com Fletcher et al. (2000), a redução na altura das plântulas ocasionada pela aplicação do PBZ está ligada à inibição da conversão de ent-caureno para ácido ent-caurenóico, resultando em redução nos níveis de ácido giberélico, com conseqüente diminuição na taxa de alongação e divisão celular. Nascimento et al. (2003), estudando o efeito da aplicação foliar de PBZ a 0,2%, em mudas de tomateiro, aos 24 dias após a semeadura, verificaram redução de 35% na

altura das plantas. O mesmo resultado foi obtido por Seleguini (2007) aos 30 DAE, com o aumento das doses de PBZ, de 0 para 50 ou 100 mg L<sup>-1</sup>.

O híbrido AF 7631 apresentou plântulas com área foliar significativamente superior àquelas do híbrido Jennifer. Já para a variável índice de qualidade de Dickson houve efeito significativo para o híbrido Jennifer (Tabela 2). Conforme Fonseca et al. (2002) o índice de qualidade de Dickson serve como indicador da qualidade das mudas, pois seu cálculo considera a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda, ponderando os resultados de vários parâmetros importantes empregados na avaliação da qualidade. Outros autores relatam a importância do índice de qualidade de Dickson (Costa et al., 2011; Souza et al., 2011; Prates et al., 2012).

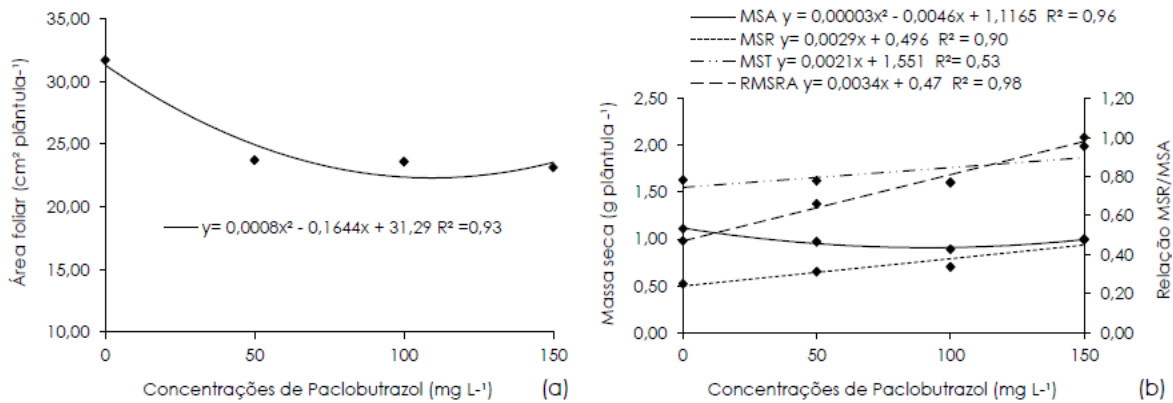
Nas avaliações de massa seca os híbridos estudados não se distinguiram quanto à massa de matéria seca da parte aérea, de raízes e total, bem como para a relação entre massa de matéria seca de raízes e massa de matéria seca de parte aérea para os híbridos estudados (Tabela 2).

**Tabela 2.** Valores médios de área foliar, massa seca de parte aérea (MSA), massa seca da parte radicular (MSR), massa seca total (MST), relação MSR/MAS e índice de qualidade de Dickson (IQD), obtidos para mudas de tomateiro, híbridos AF 7631 e Jennifer, em função de diferentes concentrações de paclobutrazol

Fator	Área foliar (cm <sup>2</sup> plântula <sup>-1</sup> )	MSA	MSR	MST	Relação MSR/MSA	IQD
		----- g plântula <sup>-1</sup> -----				
Híbridos						
AF 7631	27,51 a	1,01 a	0,68 a	1,69 a	0,68 a	1,63 a
Jennifer	23,57 b	0,98 a	0,75 a	1,73 a	0,77 a	1,94 b
CV %	14,46	13,95	23,83	16,35	19,38	21,79

Médias seguidas de mesma letra nas colunas, para cada fator estudado, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

Para as concentrações do regulador de crescimento, observou-se que a área foliar se ajustou a regressão quadrática, com ponto de mínimo estimado de 102,75 mg L<sup>-1</sup> (Figura 2a). Segundo Lopes et al., (2004), a medição



**Figura 2.** Variação da área foliar de mudas de tomateiro AF 7631 e Jennifer (A) e variação da massa seca de parte aérea (MSA), massa seca da parte radicular (MSR), massa seca total (MST) e relação MSR/MAS (B) em função de diferentes concentrações de paclobutrazol para os híbridos de tomateiro AF 7631 e Jennifer.

Independentemente dos híbridos estudados a aplicação do paclobutrazol influenciou significativamente a massa seca de parte aérea, cuja resposta foi descrita segundo regressão polinomial quadrática com ponto de mínimo estimado em 76,6 mg L<sup>-1</sup>, enquanto que, a massa seca da parte radicular aumentou linearmente com o incremento das concentrações do regulador. O mesmo ocorreu para massa seca total e relação entre massa de matéria seca de raízes (Figura 2b). Esses resultados corroboram aos obtidos por Seleguini (2007) quando observou que a aplicação do PBZ aumentou significativamente a massa seca de raízes de tomateiro AF 7631, mas divergem aos de Nascimento et al. (2003); Velázquez-Alcaraz et al. (2008), que avaliando a qualidade de mudas de tomateiro Viradoro, observaram redução no acúmulo de massa seca tanto na parte aérea como nas raízes, com aplicação do PBZ.

O uso do regulador de crescimento paclobutrazol (PBZ), pelos viveiristas, tem contribuído para o sucesso da cultura do tomate, uma vez que tem permitido a produção de mudas de qualidade. Entretanto são incipientes informações referentes aos efeitos do PBZ no crescimento, desenvolvimento das plantas, produção e qualidade química e físicas dos frutos de tomateiro, oriundos de mudas

da área foliar, além de fornecer indicação da superfície fotossintética, permite a obtenção de um indicador fundamental para compensação das respostas da planta aos fatores ambientais.

tratadas. Os poucos estudos existentes apontam para uma redução significativa do crescimento vegetativo das plantas tratadas com PBZ, o que poderia possibilitar um sistema de plantio mais adensado na cultura.

### Conclusões

A aplicação das diferentes concentrações de paclobutrazol influencia o desenvolvimento da parte aérea das plântulas.

O uso do paclobutrazol reduz a massa seca aérea, aumenta a massa seca radicular e incrementa a qualidade da muda produzida.

### Agradecimentos

À Sakata Seed Sudamerica, pela doação das sementes.

### Referências

- Alvarenga, M.A.R. 2004. Origem, botânica e descrição da planta. In: Alvarenga, M.A.R. (ed.) *Tomate: produção em campo e casa-de-vegetação e em hidroponia*. UFLA, Lavras, Brasil. p. 13-23.
- Benincasa, M.M.P. 1988. *Análise de crescimento de plantas: noções básicas*. FUNEP, Jaboticabal, Brasil. 42 p.
- Berova, M., Zlatev, Z. 2000. Physiological response and yield of paclobutrazol treated tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Plant Growth Regulation* 30: 117-123.

- Costa, E., Durantes, L.G.Y., Nagel, P.L., Ferreira, C.R., Santos, A. 2011. Qualidade de mudas de berinjela submetida a diferentes métodos de produção. *Revista Ciência Agronômica* 42: 1017-1025.
- Dickson, A., Leaf, A.L., Hosner, J.F. 1960. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forestry chronicle* 36: 10-13.
- FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2011. <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#anco> <Acesso em 11 de Jun. de 2012>
- Fletcher, R.A., Gilley, A., Sankhla, N., Davis, T. 2000. Triazoles as plant growth regulators and stress protectants. *Horticultural Reviews* 24: 55-138.
- Fonseca, É.P., Valéri, S.V., Miglioranza, É., Fonseca, N.A.N., Couto, L. 2002. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. *Revista Árvore* 26: 515-523.
- Giovinazzo, R., Souza-Machado, V. 2001. Paclobutrazol responses with processing tomato in France. *Acta Horticulturae* 542: 355-358.
- IEA - Instituto de Economia Agrícola. 2011. *Área e produção dos principais produtos da agropecuária do Estado de São Paulo*. [http://ciagri.iea.sp.gov.br/bancoiea/subjetiva.aspx?cod\\_sis=1&idioma=1](http://ciagri.iea.sp.gov.br/bancoiea/subjetiva.aspx?cod_sis=1&idioma=1) <Acesso em 21 de Fev. de 2012>
- Lopes, C.M., Andrade, I., Pedroso, V., Martins, S. 2004. Modelos empíricos para estimativas da área foliar da videira na casta jaen. *Ciência e Técnica Vitivinícola* 19: 61-75.
- Nascimento, W.M., Salvalagio, R., Silva, J.B.C. Condicionamento químico do crescimento de mudas de tomate. 2003 *Horticultura Brasileira* 21. <http://www.feagri.unicamp.br/tomates/pdfs/olfg4046c.pdf> <Acesso em 14 Jun. 2013>
- Partida, R.L., Velázquez, A.T., Acosta, V.B., Díaz, V.T., Low, L.J.C. 2005. Eficacia del paclobutrazol para retardar el crecimiento de plântulas de tomate. *Revista Técnico-Científica* 1: 13-17.
- Prates, F.B.S., Lucas, C.S.G., Sampaio, R.A., Brandão Júnior, D.S., Fernandes, L.A., Junio, G.R.Z. 2012. Crescimento de mudas de pinhão-manso em resposta a adubação com superfosfato simples e pó-de-rocha. *Revista Ciência Agronômica* 43: 207-213.
- Resende, G.M., Souza, R.J. 2002. Efeito de doses de Paclobutrazol na cultura do alho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 37: 637-641.
- Santos, C.H., Klar, A.E., Grassi Filho, H., Rodrigues, J.D., Pierre, F.C. 2004. Indução do florescimento e crescimento de tangerineira poncã (*Citrus reticulata* Blanco) em função da irrigação e da aplicação de paclobutrazol. *Revista Brasileira de Fruticultura* 26: 8-12.
- Seleguini, A. 2007. *Uso de paclobutrazol na produção de mudas, no crescimento produção e qualidade de frutos de tomateiro em ambiente protegido*. 100f. (Tese de Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, Brasil.
- Silva, C.M.M.S., Fay, E.F., Jonsson, C.M. 2003. Paclobutrazol: regulador de crescimento vegetal. In: Silva, C.M.M.S., Fay, E.F. (eds.) *Impacto ambiental do regulador de crescimento vegetal paclobutrazol*. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, Brasil. p. 11-16. (Documentos 30)
- Silva, K.S., Faria Junior, M.J.A. 2011. Uso de paclobutrazol como estratégia para redução do porte e da brotação lateral de plantas de tomateiro. *Ciência e Agrotecnologia* 35: 539-546.
- Souza, N.H., Carnevali, T.O., Ramos, D.D., Scalón, S.P.Q., Marchetti, M.E., Vieira, M.C. 2011. Produção de mudas de manjerição (*Ocimum basilicum* L.) em diferentes substratos e luminosidades. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais* 13: 276-281.
- Velázquez-Alcaraz, T.J., Partida-Ruvalcaba, L., Acosta-Villegas, B., Ayala-Tafuya, F. 2008. Producción de plantas de tomate y chile aplicando paclobutrazol al follaje. *Universidad y Ciencia* 28: 21-28. |