

Evaluación de la respuesta agronómica de plantas de tomate injertadas en cultivo bajo invernadero

Martinez, Susana^{1,3}; Mariana Garbi¹; María Cecilia Grimaldi¹; Javier Somoza¹; Gabriela Morelli¹; Cecilia Cerisola²

¹Climatología y Fenología Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. Calles 60 y 119 s/n;

²Manejo y Conservación de Suelos, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. Calles 60 y 119 s/n;
³smart@agro.unlp.edu.ar

Martinez, Susana; Mariana Garbi; María Cecilia Grimaldi; Javier Somoza; Gabriela Morelli; Cecilia Cerisola (2014) Evaluación de la respuesta agronómica de plantas de tomate injertadas en cultivo bajo invernadero. Rev. Fac. Agron. Vol 113 (2): 218-223

El trabajo tuvo como objetivo evaluar el crecimiento, rendimiento y comportamiento fenológico de plantas de tomate injertadas cultivadas bajo cubierta. Se condujeron tres ensayos en un invernadero parabólico ubicado en La Plata, Buenos Aires, Argentina (34°58' S; 57°54' W). Los tratamientos fueron plantas del híbrido Elpida (Enza Zaden®) injertadas sobre pie Efialto (Enza Zaden®) y Elpida sin injertar, usado como testigo. Las plantas testigo se condujeron a una rama (2 plantas.m⁻²) y las injertadas a dos ramas (1 planta.m⁻²). Se registró la altura de planta, el rendimiento total y por categorías comerciales y la fecha de floración y fructificación por racimo, calculando la cantidad de días transcurridos entre transplante y cada una de las fases. Se utilizó un diseño en bloques completos aleatorizados con 4 repeticiones. La cantidad de días entre fases se evaluó con la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis ($p \leq 0,05$). Los datos de rendimiento y altura de planta se sometieron a análisis de la varianza ($p \leq 0,05$). Las plantas injertadas presentaron un incremento estadísticamente significativo en la cantidad de días requeridos para alcanzar la floración y fructificación del primer, tercer y quinto racimo solo en el primer ensayo. La altura, el rendimiento total y por categorías comerciales no presentaron diferencias entre tratamientos. El injerto del cv. Elpida sobre el pie Efialto produjo plantas más vigorosas que pueden conducirse a dos tallos reduciendo la cantidad de plantas necesarias y manteniendo niveles de producción equivalentes al híbrido sin injertar.

Palabras clave: injerto, portainjerto, fenología, rendimiento, vigor.

Martinez, Susana; Mariana Garbi; María Cecilia Grimaldi; Javier Somoza; Gabriela Morelli; Cecilia Cerisola (2014) Evaluation of agronomic performance of grafted tomato plants in greenhouse cultivation. Rev. Fac. Agron. Vol 113 (2): 218-223

This study aimed to evaluate plant height, total and commercial category yields and date of flowering and fruiting of each truss, computing the number of days elapsed from transplanting and each phase of grafted plants growing under greenhouse conditions. Three trials were carried out in a parabolic greenhouse in La Plata, Buenos Aires, Argentina (34°58' S; 57°54' W). Treatments were hybrid tomato plants cv. Elpida (Enza Zaden®) grafted on Efialto (Enza Zaden®) and ungrafted Elpida as control. Ungrafted plants were conducted to one branch (2 plants.m⁻²) and grafted plants were conducted to 2 branches (1 plant. m⁻²). Experimental design was a randomized complete block with 4 replications. The number of days between phases was evaluated by nonparametric Kruskal Wallis ($p \leq 0,05$). Yield data and plant height were submitted to variance analysis ($p \leq 0,05$). Grafted plants showed a statistically significant increase in the number of days required to reach the flowering and fruiting of the first, third and fifth cluster only in the first trial. Treatments did not differ in either the height or total yield and commercial categories. Grafting cv. Elpida on Efialto resulted in more vigorous plants that can be conducted to two stems reducing the number of plants needed for growing, maintaining production levels equivalent to the ungrafted hybrid led to a stem.

Key words: grafting, rootstock, tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.), yield, vigour.

Recibido: 07/04/2014

Aceptado: 23/02/2015

Disponible on line: 01/03/2015

ISSN 0041-8676 - ISSN (on line) 1669-9513, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, Argentina

INTRODUCCIÓN

El tomate es una de las hortalizas más importante a nivel mundial por su valor nutricional, su elevado consumo y por la importancia económica para los productores, lo que conlleva a que el cultivo se realice en forma continua, con un escaso planteo de rotaciones, especialmente en producciones bajo invernadero. Esta forma de producción incide negativamente sobre la calidad del suelo, afectando sus características físico – químicas y sanitarias, impactando sobre el rendimiento (Ricárdez *et al.*, 2008; Mišković *et al.*, 2009). En varios países asiáticos, desde hace muchos años, una forma de superar los problemas que produce el uso intensivo de los suelos en producción ha sido la utilización de plantas injertadas (Kubota *et al.*, 2008).

El uso comercial de injertos en tomate data de 1960, aunque su adopción más generalizada ocurrió en Europa a principios de la década del 90, y más tardíamente en América del Norte, con la simplificación de las técnicas de injertación y la aparición de portainjertos con características deseables compatibles con variedades productivas, siendo en la actualidad una práctica cada vez más común en distintos lugares del mundo (Kubota, 2008; Öztekin *et al.*, 2009 a).

En la Argentina, el interés por esta práctica se inicia a partir de la inminente prohibición del uso del bromuro de metilo como fumigante del suelo y la importancia creciente que presenta la reducción del uso de productos de síntesis químicas en las producciones periurbanas, en las que se busca reducir el impacto ambiental de las prácticas que se utilizan y lograr una mayor inocuidad en los alimentos. El uso de plantas injertadas es una alternativa satisfactoria para reducir los daños producidos por patógenos del suelo, aportando beneficios adicionales como aumentos en los rendimientos y en la calidad de los frutos (Bletsos *et al.*, 2002; Ricárdez *et al.*, 2008). Lee (1994) y Paplomatas *et al.* (2002) observaron que la utilización de combinaciones estiónicas adecuadas limitaron los efectos de *Fusarium oxysporum* y retrasaron la aparición de síntomas de *Verticillium dahliae*; mientras que en la evaluación de distintas combinaciones pie-copa, Mitidieri *et al.* (2011) reportaron un aumento de la tolerancia a nemátodos, en un cultivo conducido en suelo infestado artificialmente con *N. aberrans*.

El injerto en tomate también contribuye a mejorar la respuesta de las plantas en ambientes estresantes, como la salinidad en el suelo o el agua de riego, así como a condiciones ambientales poco favorables (Khah *et al.*, 2006; Balliu *et al.*, 2008; Öztekin *et al.*, 2009b) o el estrés posterior al trasplante, con una reducción en la muerte de plantas y mejor respuesta agronómica del cultivo (Mitidieri *et al.*, 2011).

Los portainjertos utilizados comúnmente incrementan el vigor de la planta, pueden prolongar el periodo de crecimiento, incrementar el rendimiento y prolongar la vida post-cosecha de los frutos (Ruiz *et al.*, 1996; 1997; Lee & Oda, 2003; Qaryouti *et al.*, 2007).

Los efectos observados sobre el cultivo pueden variar en función de la afinidad e interacciones que se produzcan entre el pie y la copa y por las condiciones ambientales y de cultivo a las que se los someta

(Romano y Paratore, 2001; Qaryouti *et al.*, 2007; Öztekin *et al.*, 2009 a).

Este trabajo tuvo como objetivo evaluar la respuesta agronómica de plantas injertadas cultivadas en condiciones de invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

En La Plata, Buenos Aires, Argentina (34°58' S; 57°54' W) se realizaron tres ensayos, conduciendo los cultivos de tomate en un invernadero parabólico ubicado en la Estación Experimental "Julio Hirschhorn" de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (UNLP). Se trasplantaron plantas del híbrido Elpida (Enza Zaden®), de hábito de crecimiento indeterminado, injertadas sobre pie Efialto (Enza Zaden®), utilizando Elpida sin injertar como testigo. Los plantines fueron provistos por una plantinera comercial ubicada en la zona, especializada en la producción de plantas injertadas. Los trasplantes se realizaron en un suelo previamente desinfectado y libre de nemátodos, cubierto con mulching negro, en las siguientes fechas: Ensayo 1) 21 de septiembre de 2011, Ensayo 2) 8 de octubre de 2012 y Ensayo 3) 16 de octubre de 2012. Las plantas sin injertar se condujeron a una rama con una densidad de 2 planta.m⁻² y las plantas injertadas a dos ramas y una planta.m⁻², forma de conducción elegida en base a experiencias previas realizadas por Morelli *et al.* (2009). De esta manera, ambos tratamientos se condujeron a una densidad de dos ramas.m⁻² en parcelas compuestas por 10 ramas. Se registró la fecha de floración y fructificación por racimo, calculando la cantidad de días transcurridos entre trasplante y cada una de las fases; la altura de la planta al final del ensayo y el rendimiento total y por categoría comerciales (1º: peso igual o superior a 150 g, 2º: 100 a 149 g y 3º: peso entre 50 a 99 g). Se utilizó un diseño en bloques completos aleatorizados con 4 repeticiones. La cantidad de días entre trasplante – floración y trasplante – fructificación se evaluó mediante la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis ($p \leq 0,05$). Los datos de rendimiento y altura de planta se sometieron a análisis de la varianza ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las plantas injertadas presentaron un incremento estadísticamente significativo en la cantidad de días requeridos para alcanzar la floración y fructificación del primer, tercer y quinto racimo en el primer ensayo (Tabla 1), mientras que en los otros dos ensayos no se observaron diferencias en la respuesta de las plantas al injerto (Tablas 2 y 3). El tiempo de retraso registrado en la ocurrencia de las fases en las plantas injertadas en el primer ensayo es coincidente con lo observado por Hernández (2001) quien reportó que las plantas de tomate sin injertar resultaron una semana más precoces que las plantas injertadas. El proceso de injertación puede generar un estrés físico en la planta que se manifiesta a través de una disminución en la precocidad y en el crecimiento vegetativo (Romano & Paratore, 2001; Khah *et al.*, 2006). Sin embargo, estudios realizados sobre compatibilidad

injerto/portainjerto demostraron que los vasos del xilema y floema presentaban plena fusión y actividad en el punto de unión ocho días después de la injertación, evidenciando buena compatibilidad de la combinación y la técnica (Sory Toure *et al.*, 2010); mientras que Silva *et al.* (2012) evaluando, a través del nivel de enzimas oxidativas el estrés producido por distintas técnicas de injertación no encontraron diferencias entre plantines injertados y sin injertar doce días después de la realizada la práctica. De esta manera, las diferencias en la respuesta de las plantas entre los ensayos podría deberse a aspectos particulares de cada situación de cultivo, como fue observado por Qaryouti *et al.* (2007) al evaluar el rendimiento de una misma combinación en distintos sistemas culturales.

En el cultivo de tomate, una de las características de las plantas injertadas es su mayor vigor y desarrollo debido al aumento en la capacidad de absorción de agua y nutrientes (Ricárdez *et al.*, 2008). El sistema radical de las plantas injertadas es más vigoroso, lo que produce mayor concentración de citocininas, responsables del aumento de la tasa de crecimiento, con diferente respuesta según la interacción funcional que se produzca entre el cultivar utilizado como pie y el usado como copa (Balliu *et al.*, 2008). En las condiciones de ensayo, la falta de diferencia significativa en la altura alcanzada por las plantas sin injertar conducidas a un tallo y las plantas injertadas conducidas a dos tallos evidencia el mayor vigor de estas últimas (Tabla 4), el que también se manifiesta en

Tabla 1. Días entre transplante - floración (Fl) y transplante - fructificación (Fr) desde el 1º al 6º racimo en tomate cv. Elpida sin injertar e injertado sobre Efialto, transplantados el 21/09/2011. (*) Indica diferencias estadísticamente significativas en la columna, según Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis ($p \leq 0,05$).

Tratamiento	1º racimo		2º racimo		3º racimo		4º racimo		5º racimo		6º racimo	
	Fl	Fr	Fl	Fr	Fl	Fr	Fl	Fr	Fl	Fr	Fl	Fr
Elpida	22*	29*	39	46	42*	50*	50	56	56*	64	61	68
Elpida - Efialto	29	36	42	50	50	56	53	58	58	66	65	72

Tabla 2. Días entre transplante - floración (Fl) y transplante - fructificación (Fr) desde el 1º al 6º racimo en tomate cv. Elpida sin injertar e injertado sobre Efialto, transplantados el 8/10/2012. (*) indica diferencias estadísticamente significativas en la columna, según Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis ($p \leq 0,05$).

Tratamiento	1º racimo		2º racimo		3º racimo		4º racimo		5º racimo		6º racimo	
	Fl	Fr	Fl	Fr	Fl	Fr	Fl	Fr	Fl	Fr	Fl	Fr
Elpida	21	28	36	41	43	48	49	56	57	63	63	70
Elpida - Efialto	22	28	34	41	41	48	50	56	56	63	63	70

Tabla 3. Días entre transplante - floración (Fl) y transplante - fructificación (Fr) desde el 1º al 6º racimo en tomate cv. Elpida sin injertar e injertado sobre Efialto, transplantados el 16/10/2012

Tratamiento	1º racimo		2º racimo		3º racimo		4º racimo		5º racimo		6º racimo	
	Fl	Fr	Fl	Fr	Fl	Fr	Fl	Fr	Fl	Fr	Fl	Fr
Elpida	18	26	26	34	34	41	41	48	49	56	56	63
Elpida - Efialto	16	26	27	35	34	41	41	48	49	56	56	63

los valores equivalentes de rendimiento total y por categorías comerciales en ambos tratamientos (Figuras 1, 2 y 3); considerando que la conducción de plantas a dos ejes, actúa limitando el vigor del cultivar (Castilla, 1995). La similitud en el rendimiento de plantas injertadas y conducidas a dos ramas y plantas sin injertar conducidas a una rama también fue observada por Peil y Gálvez (2004) en un cultivo de tomate hidropónico y por Morelli *et al.* (2009) al comparar productividad en plantas de tomate cv. Elpida injertadas sobre el pie Maxifort y conducidas a dos y tres ramas, y plantas del mismo híbrido sin injertar a una rama. Por otra parte, la falta de diferencias en el rendimiento de

plantas injertadas y sin injertar coincide con lo observado por Kacjan Marškić y Osvald (2004), quienes atribuyen esta respuesta al hecho de conducir los cultivos en suelos libres de adversidades.

La posibilidad de conducir plantas con más de un tallo, aprovechando el mayor vigor de las plantas injertadas, permite disminuir la densidad de plantación, alternativa que se traduce en una reducción del costo adicional que implica la adquisición de plantas injertadas (Rollón Martínez, 2010), lo que favorece la incorporación de la tecnología del injerto a los sistemas actuales de producción.

Tabla 4. Altura de planta [cm] 60 días después del transplante en tomate cv. Elpida sin injertar e injertado sobre Efialto

Tratamiento	Transplante 21/09/2011	Transplante 8/10/2012	Transplante 16/10/2012
Elpida	156	165	205
Elpida - Efialto	147	144	204

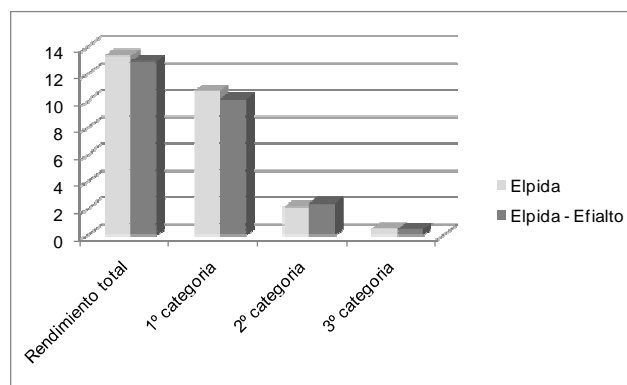


Figura 1. Rendimiento total y en frutos de 1º, 2º y 3º categoría comercial [kg.m⁻²] en tomate cv. Elpida sin injertar e injertado sobre Efialto, transplantados el 21/09/2011

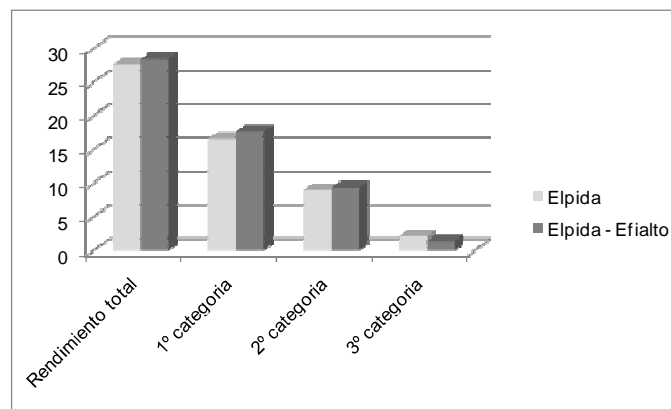


Figura 2. Rendimiento total y en frutos de 1º, 2º y 3º categoría comercial [kg.m⁻²] en tomate cv. Elpida sin injertar e injertado sobre Efialto, transplantados el 8/10/2012

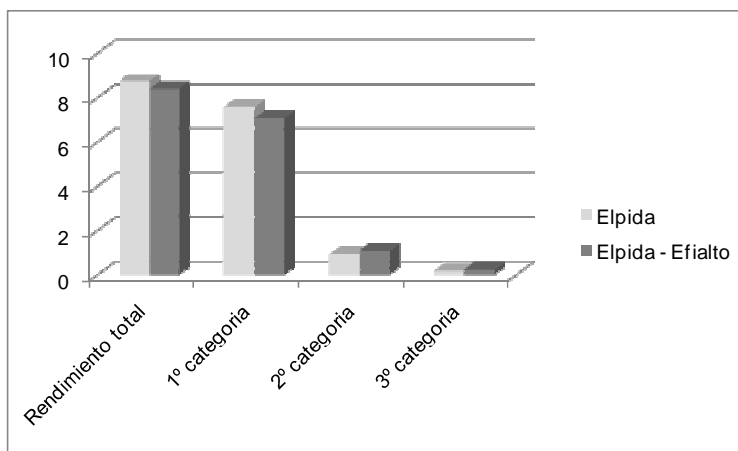


Figura 3. Rendimiento total y en frutos de 1^o, 2^o y 3^o categoría comercial [kg.m⁻²] en tomate cv. Elpida sin injertar e injertado sobre Efialto, transplantados el 16/10/2012

CONCLUSIÓN

En suelo libre de nemátodos, el híbrido Elpida injertado sobre Efialto, conducido a dos ramas.planta⁻¹ presentó una respuesta agronómica equivalente a Elpida sin injertar conducido a una rama.planta⁻¹;

Las plantas injertadas presentaron una respuesta fenológica equivalente en plantas sin injertar, con una tendencia al retraso en la fecha de floración y fructificación atribuible a cuestiones puntuales del año de ensayo.

No se observaron diferencias en la altura de tallo ni en los rendimientos alcanzados por los distintos tratamientos.

BIBLIOGRAFÍA

Balliu, A., G. Vuksani, T. Nasto, L. Haxhinasto & S. Kaçiu. 2008. Grafting effects on tomato growth rate, yield and fruit quality under saline irrigation water. *Acta Hort. (ISHS)* 801: 1161-1166.

Bletsos, F.A., A.M. Moustafa & C.C. Thanassouloupoulos. 2002. Replacement of methyl bromide application by alternative methods in vegetables under cover. *Acta Hort. (ISHS)* 579: 451-456.

Castilla Prados, N. 1995. Manejo del cultivo intensivo con suelo. En: *El cultivo del tomate*. F. Nuez, Ed. Ediciones Mundi-Prensa. Pp. 189-225.

Hernandez, M.J. 2001. Evaluación de diferentes tipos de conducción para tomate injertado, cultivado en invernadero frío. Universidad Católica de Valparaíso. Fac. de Agronomía, Quillota. Chile. 59 pp.

Kacjan Maršić, K. & J. Osvald. 2004. The influence of grafting on yield of two tomato cultivars (*Lycopersicon esculentum* Mill.) grown in a plastic house. *Acta agriculturae slovenica* 83-2: 243-249.

Khah, E.M., E. Kakava, A. Mavromatis, D.Chachalis & C. Goulas, 2006. Effect of grafting on growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in

greenhouse and open-field. *J. of Applied Hort.* 8 (1): 3-7.

Kubota, C. 2008. Use of grafted seedlings for vegetable production un North America. *Acta Hort. (ISHI)* 777: 21-28.

Kubota, C., M.A. McClure, N. Kokallis-Burelle, M.G. Bausher & E.N. Roskopf. 2008. Vegetable grafting: History, use and current technology status in North America. *HortScience* 43 (6): 1664-1669.

Lee, J.M. 1994. Cultivation of grafted vegetables I. Current status, grafting methods, and benefits. *HortScience* 29: 235-239.

Lee, J.M. & M. Oda. 2003. Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. *Hort. Rev.* 28: 61-124.

Mišković, A., Z. Ilin & V. Marković. 2009. Effect of different rootstock type on quality and yield of tomato fruits. *Acta Hort. (ISHS)* 807:619-624

Mitidieri, M.S., M.V. Brambilla, M. Barbieri, E. Arpia, L. Maldonado, R. Celié, M. Piris, E. Piris & G. Cap. 2011. Plantas injertadas sobre pies resistentes: una solución para el cultivo de tomate. Seminario de horticultura urbana y periurbana: Buscamos soluciones entre todos. Serie Capacitaciones N° 2. INTA EEA San Pedro. Mitidieri Mariel, Corbino Graciela, Constantino Armando Eds. San Pedro: Ediciones INTA. pp. 49-61.

Morelli, G., S. Martinez, F. Zeoli, M. Garbi & R. Andreau. 2009. Efecto del tipo de conducción de 1, 2 y 3 ramas por planta sobre el rendimiento en tomate cv. Elpida injertado sobre pie Maxifort en cultivo bajo cubierta en La Plata, Buenos Aires. Libro de resúmenes XXXII Congreso Argentino de Horticultura. Salta. pp. 82

Öztekın, G.B., F. Giuffrida, Tuzel & C. Leonardi. 2009 a. Is the vigour of grafted tomato plans related to root characteristics? *Journal of Food, Agriculture & Environment* 7 (3&4): 364-368.

Öztekın, G.B., Y. Tüzel & I.H. Tüzel. 2009 b. Effect of grafting on salinity tolerance in tomato production. *Acta Hort. (ISHS)* 807:631-636.

Palada, M.C. & Wu, D.L. 2007. Increasing off-Season tomato production using grafting technology for peri-

urban agriculture in Southeast Asia. *Acta Hort. (ISHS)* 742:125-132.

Papomatás, E.J., K. Elena, A. Tsagkarakou & A. Perdikaris. 2002. Control of *Verticillium* wilt of tomato and cucurbits through grafting of commercial varieties of resistant rootstock. *Acta Hort. (ISHS)* 579: 445-449.

Peil, R.M.N. & J.L. Gálvez. 2004. Rendimiento de plantas de tomate injertadas y efecto de la densidad de tallas en el sistema hidropónico. *Hort. Bras.* 22 (2): 265-270.

Qaryouti, M.M., W. Qawasmi, H. Hamdan & M. Edwan. 2007. Tomato fruit yield and quality as affected by grafting and growing system. *Acta Hort. (ISHS)*: 741: 199-206.

Ricárdez, M., M. Rodríguez, M. Díaz & F. Camacho. 2008. Influence of rootstock, cultivar and environment of tomato yield under greenhouse. *Acta Hort. (ISHS)* 797: 443-448.

Rollón Martínez, G. 2010. Estudio sobre la adaptación de dos cultivares de tomates injertados y sin injertar en Villa del Prado. Tesis. Escuela universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola, Universidad politécnica de Madrid. España. Pág: 8.

Romano, D. & A. Paratore. 2001. Effects of grafting on tomato and eggplant. *Acta Hort. (ISHS)* 559: 149-153.

Ruiz, J.M., A. Belakbir & L. Romero. 1996. Foliar level of phosphorus as its bioindicators in *Cucumis melo* grafted plants. A possible effect of rootstock. *J. Plant Physiol.* 149: 400-404.

Ruiz, J.M., A. Belakbir, I. López-Cantarero & L. Romero. 1997. Leaf-macronutrient content and yield in grafted melon plants. A model to evaluate the influence of rootstock genotype. *Sci. Hortic.* 71: 227-234.

Silva, E.S., D.V. Menezes, E.G. Silva, P.P. Lima & R. Goto. 2012. Oxidative enzymes in grafted tomato seedlings. "6th International Symposium on seed, transplant and stand establishment of horticultural crops". Brasilia, Brasil. pp. 124.

Sory Toure, A., R. Nieto-Ángel, J.E. Rodríguez-Pérez, A.F. Barrientos-Priego, L.A. Ibáñez-Castillo, E. Romanchik & C.A. Nuñez-Colín. 2010. Variación anatómica del xilema en tallo de cultivares de tomate injertados en un tipo criollo. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 16 (1): 67-76.