

## Incidencia de plagas en injertos de jitomate (*Solanum lycopersicum*) sobre parientes silvestres

Incidence of pests in grafts of tomato (*Solanum lycopersicum*) on wild relatives

JUAN CARLOS ÁLVAREZ-HERNÁNDEZ<sup>1</sup>, HIPÓLITO CORTEZ-MADRIGAL<sup>2</sup>, IGNACIO GARCÍA-RUIZ<sup>2</sup>,  
LUIS FERNANDO CEJA-TORRES<sup>2</sup> y JUAN FRANCISCO PÉREZ-DOMÍNGUEZ<sup>3</sup>

**Resumen:** Para conocer la incidencia de plagas en injertos de jitomate sobre parientes silvestres, muestreos semanales del 17 de Noviembre de 2007 al 16 de Febrero de 2008 fueron implementados en Ciudad Morelos, Municipio de Paracuaro, Michoacán, México. Se conformaron 13 tratamientos: seis ecotipos silvestres de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* (“tinguaraque”), seis injertos de jitomate cv Toro® en tinguaraque y un testigo (cv Toro®). Las principales especies de insectos registradas fueron *Bemisia tabaci*, *Bactericera cockerelli* y *Aphis gossypii*. Los tinguaraques de fruto pequeño (1,05-1,22 x 1,10-1,25 cm de diámetro polar y ecuatorial) mostraron menor incidencia de insectos que los tinguaraques de fruto grande (2,12-2,23 cm de diámetro polar x 2,41-2,55 cm de diámetro ecuatorial) y el jitomate cv Toro. La resistencia a plagas también se manifestó en los injertos, en donde la incidencia de insectos fue desde 1,7 hasta tres veces menor que en jitomate; así, el injerto Grande Apatzingán (GAp) fue resistente a *B. tabaci* (5,87 ± 4,61), adultos de *B. cockerelli* (1,37 ± 1,18) y *A. gossypii* (1,5 ± 1,2). En jitomate, la incidencia de esos insectos fue de 9,74 ± 8,52, 2,26 ± 1,99 y 4,8 ± 5,2, respectivamente. Los resultados sugieren que la técnica de injerto sobre parientes silvestres tiene potencial en programas de manejo integrado de plagas del jitomate.

**Palabras clave:** Insectos fitófagos. Injertos. *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*.

**Abstract:** To understand the incidence of pests in tomato grafts on relative wilds, weekly samplings were implemented from November 17, 2007 to February 16, 2008 in Ciudad Morelos, municipality of Paracuaro, Michoacán, México. Thirteen treatments were established: six wild ecotypes of *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* (“tinguaraque”), six grafts of the tomato cv Toro® onto tinguaraques, and one control (cv Toro®). The main species of insects reported were *Bemisia tabaci*, *Bactericera cockerelli* and *Aphis gossypii*. Small fruit tinguaraques (1.05-1.22 x 1.10-1.25 cm polar and equatorial diameter) had a lower incidence of insects than big fruit tinguaraques (2.12-2.23 x 2.41-2.55 cm polar and equatorial diameter) and the tomato cv Toro. Pest resistance was also manifested in the grafts, where the incidence of insects was from 1.7 to three times lower than in tomato; grafts on Grande Apatzingán (GAp) were resistant to *B. tabaci* (5.87 ± 4.61), adult *B. cockerelli* (1.37 ± 1.18) and *A. gossypii* (1.5 ± 1.2). In tomato, the incidence of those insects was 9.74 ± 8.52, 2.26 ± 1.99 and 4.8 ± 5.2, respectively. The results suggest that the technique of grafting onto wild relatives has potential in programs of integrated management of tomato pests.

**Key words:** Phytophagous insects. Grafts. *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*.

### Introducción

El jitomate *Solanum lycopersicum* Linneo, 1753 (= *Lycopersicon esculentum* Miller, 1768) es nativo del trópico americano, entre Ecuador y Perú (Peralta *et al.* 2005) y posteriormente distribuido a Colombia, Bolivia y México; en este último país se considera fue domesticado el jitomate (Pérez *et al.* 1997). Con cerca de 17 especies de insectos fitófagos, el jitomate es uno de los cultivos que presentan el mayor número de plagas (King y Saunders 1984); entre ellas, destacan la mosca blanca *Bemisia tabaci* Gennadius, 1889 (Hemiptera-Sternorrhyncha: Aleyrodidae) y el psilido *Bactericera* (= *Paratrioza*) *cockerelli* (Sulc, 1909) (Hemiptera-Sternorrhyncha: Psyllidae) conocida popularmente como Paratrioza (Liu y Trumble 2004; Morales *et al.* 2005). La forma de enfrentar los problemas de plagas descansa básicamente en el uso de plaguicidas organosintéticos, estrategia con fuerte impacto

negativo en el ambiente, lo que ha conducido a la búsqueda y desarrollo de alternativas ecológicas (Van Lenteren 2005; Alba *et al.* 2009).

Una estrategia ampliamente recomendada y estudiada en el manejo integrado de plagas es la resistencia vegetal (Kogan 1990) y se ha documentado que la principal fuente de resistencia a plagas y enfermedades se encuentra en los parientes silvestres de cultivos (Hoyt 1992; Pérez *et al.* 1997). Como planta nativa de América, los parientes silvestres del jitomate se encuentran en ese continente (Peralta *et al.* 2005). En México desarrolla una amplia variabilidad de ecotipos silvestres de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* (Dunal) D. M. Spooner, G. J. Anderson and R. K. Jansen, 1993, presumiblemente con resistencia a algunas plagas del cultivo (Liu y Trumble 2004; Sánchez-Peña *et al.* 2006), aspecto de utilidad para el mejoramiento del cultivo; sin embargo, el mejoramiento genético mediante hibridación suele ser lento y costoso, por

<sup>1</sup> Profesor-Investigador. M.C. Escuela de Ciencias Agropecuarias, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Mariano Jiménez s/n, colonia el varillero Apatzingán, Michoacán México. C. P. 60660. Tel. y Fax (453) 53 4 16 75. [jcalvarezh@yahoo.com.mx](mailto:jcalvarezh@yahoo.com.mx). Autor para correspondencia.

<sup>2</sup> Profesor-Investigador. Dr., M. C. Dr. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional para el Desarrollo Integral Regional del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Michoacán, Justo Sierra No. 28 Jiqualpan Michoacán, México C. P. 59510. Tel. y Fax. (353) 53 3 02 18.

<sup>3</sup> Investigador. Dr. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco. Apartado postal 79 C.P. 47800 Ocotlán, Jalisco, México.

lo que una alternativa pudiera ser la técnica del injerto. Fue precisamente un injerto el primer caso documentado sobre resistencia vegetal a plagas de insectos: la vid europea (*Vitis vinifera* Linneo, 1753) injertada sobre patrones de vid silvestre americana ha proporcionado desde 1890 resistencia hacia *Dactylospora (=Phylloxera) vitifoliae* (Fitch, 1854) (Kogan 1990).

En los últimos años, el injerto ha despertado interés en cultivos de hortalizas como pepino, melón, sandía, chile, berenjena y jitomate (Lee 2003). La técnica ha sido útil en la inducción de resistencia a patógenos del suelo y al ataque de insectos que atacan a nivel de portainjerto (Cañizares y Goto 1998); en jitomate, el injerto se ha utilizado para inducir resistencia a enfermedades fungosas (Lee 2003) y bacterianas (Nakaho *et al.* 2004; Coutinho *et al.* 2006) y a los nematodos *Meloidogyne javanica* Chitwood, 1949, *M. incognita* Kofoid y White, 1919 y *M. arenaria* Roberts y Thomason, 1989 (Heteroderidae) (Williamson 1998; Verdejo-Lucas y Sorribas 2008), pero poco se ha documentado sobre la incidencia de plagas foliares en injertos. Adicionalmente, en México son escasos los trabajos relacionados con injertos de hortalizas y su resistencia a plagas y enfermedades, aunque hay indicios que mediante esa técnica es posible transferir resistencia a plagas foliares del cultivo (Cortéz-Madrigal 2008). Por lo anterior, el objetivo del estudio fue evaluar la incidencia de insectos fitófagos en injertos de jitomate sobre diversos ecotipos de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* nativos de Michoacán, México.

### Materiales y Métodos

**Localización y características del área de estudio.** El trabajo se realizó en la región "Valle de Apatzingán", en el Ejido Ciudad Morelos, Municipio de Paracuaró Michoacán, México, (19°00'53"N, 102°16'44"W) a una altitud de 300 msnm. De acuerdo con la clasificación climática de Köppen, modificado por García (1988), la región se ubica en un clima Bs<sub>1</sub> (h')w(W) correspondiente al grupo de climas cálido-semiseco, con lluvias en verano; temperatura media anual de 28°C y precipitación anual de 834 mm. El suelo del sitio experimental corresponde al vertisol pelico (arcillosos) (INEGI 1983).

**Material vegetal.** Como injerto se utilizó el cv comercial Toro® de *S. lycopersicum*; como portainjerto, el pariente silvestre *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* ("tinguaraque"), recolectado de tres regiones de Michoacán, México: Valle de Apatzingán, Valle de Los Reyes y Ciénaga de Chapala. Del primero se obtuvieron tres recolecciones: Chico Apatzingán (ChAp), Grande Apatzingán (GAp) y Acahuato (Ac); una recolección de Los Reyes (LR) y otra más de la Ciénaga de Chapala que se denominó Jiquilpan (Jiq). Complementariamente se evaluó el ecotipo silvestre Tabasco (Tab) de la región de La Chontalpa, en el Estado mexicano de Tabasco. Los tinguaraques ChAp, Ac, LR, y Jiq fueron clasificados como tinguaraques de frutos pequeños (1,05-1,22 x 1,10-1,25 cm de diámetro polar y ecuatorial) y los ecotipos GAp y Tab como tinguaraques de fruto grande (2,12-2,23 x 2,41-2,55 cm de diámetro polar y ecuatorial).

**Producción de plántulas e injertos.** Las semillas se sembraron en charolas de unicel con 200 cavidades, llenas con sustrato Sunshine® (SunGro Horticulture, Canadá) previamente humedecido con agua. Dado el más rápido desarrollo

del jitomate, se estableció primero el tinguaraque con un desfasamiento de 30 días con el fin de uniformizar el diámetro del tallo patrón/injerto. La fertilización se basó en la fórmula 17-17-17 (nitrógeno-fósforo-potasio) en dosis de 5 g/L de agua.

Se seleccionaron plántulas del porta injerto con 5-6 hojas (45 días de edad) y las del injerto con 3-4 hojas verdaderas (15 días), con diámetros de tallo similar. En ambos tallos y arriba de las hojas cotiledonales se practicó un corte horizontal mediante una hoja de afeitar y rápidamente se insertó en el porta injerto una mina de grafito (0,5 mm), enseguida se introdujo la parte del injerto hasta hacer contacto con el patrón. Inmediatamente las plantas injertadas se colocaron en cámara húmeda (100% de humedad), a 25 ± 1°C y un fotoperíodo 12:12 hr. Luz: oscuridad. Transcurridos siete días, las plantas se mantuvieron a temperatura ambiente por cinco días para su aclimatación y posterior trasplante en campo.

**Establecimiento en campo.** Previo a la plantación, se practicó un análisis físico-químico del suelo en el Laboratorio de Suelos del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-Instituto Politécnico Nacional, unidad Michoacán, Jiquilpan, Mich., México. Dado que las altas temperaturas de Apatzingán solo permiten la producción de jitomate en épocas templadas del año, el cultivo se estableció el 4 de noviembre del 2007 en un área de 468 m<sup>2</sup>, con un espaciamiento entre surcos de 1 m y 0,6 m entre planta, con un máximo de 20 plantas por surco. Se estableció un sistema de riego por goteo, con una periodicidad de 3-4 días, dependiendo del desarrollo fenológico del cultivo; la intensidad de riego siempre fue de 30 min. La fertilización se basó en la fórmula 17-17-17 (nitrógeno, fósforo, potasio). Como el tinguaraque es de hábito indeterminado, para facilitar los muestreos se practicaron podas, de modo que solo se mantuvo el tallo principal. No se utilizaron plaguicidas durante el ciclo del cultivo y las pocas malezas que emergieron se controlaron en forma manual.

Se conformaron 13 tratamientos: cinco tinguaraques (ChAp, GAp, Ac, LR y Jiq) más el ecotipo silvestre Tabasco (Tab); sus correspondientes injertos (I-ChAp, I-GAp, I-Ac, I-LR, I-Jiq e I-Tab) con jitomate cv. "Toro®" y, finalmente, el jitomate sin injertar como testigo. Los tratamientos se establecieron bajo un diseño de bloques completamente al azar, con tres repeticiones y de ocho a 20 plantas por repetición, lo que dependió del grado de prendimiento del injerto.

**Muestreo de insectos.** Para conocer el tamaño de muestra se practicó un muestreo preliminar y se aplicó la fórmula descrita por Southwood (1976). Sin embargo, dada la baja población de insectos al inicio, la muestra fue tan grande que solo se consideró el 50% de las plantas, lo que resultó en ocho plantas/repetición. Lo anterior fue consistente con el tiempo máximo dedicado a muestrear (7-10 a.m.); un mayor número de plantas incrementaba los tiempos y la alta movilidad de los insectos después de las 10 a.m. dificultaba el muestreo.

Mediante muestreos semanales (14) se registraron los insectos fitófagos en los diferentes tratamientos. Dada la fragilidad del injerto durante los cuatro primeros muestreos, el registro de los insectos fue visual. A partir de la etapa de floración, para los adultos de mosca blanca, áfidos y psíidos se utilizó un plato de unicel de 24,5 x 40 cm impregnado con aceite vegetal; cinco sacudidas de la planta dirigida hacia el plato y el posterior conteo de los insectos adheridos

fue la metodología utilizada. Para ninfas de mosca blanca, psílidos y sus oviposturas y larvas de minador los muestreos continuaron en forma visual. Las variables respuesta fueron: número de adultos/planta de mosca blanca, psílidos y áfidos; número de ninfas de mosca blanca por foliolo y número de foliolos por planta con oviposturas y ninfas del psílido.

En cada fecha de muestreo se coleccionaron especímenes en alcohol 75% para su posterior identificación y los inmaduros del minador fueron criados en laboratorio hasta la obtención de adultos. La identificación se hizo mediante claves dicotómicas e información de literatura especializada (García 1981; Blackman y Eastop 1984; University of California 1990; Ortega 1995; Al-Jabr 1999; Peña-Martínez *et al.* 2001; Morales *et al.* 2005; Hodges y Evans 2005; Evans 2008).

**Análisis de datos.** Los datos fueron transformados a log (x+1) y procesados mediante un análisis de varianza (ANAVA) bajo un diseño en bloques repetidos en el tiempo (Brinkman y Gardner 2001), en donde las repeticiones fueron las fechas de muestreo. Para todos los casos se utilizó el paquete estadístico "Statistical Analysis System" 6.3 (SAS INSTITUTE 1997).

## Resultados

**Incidencia de insectos fitófagos.** Las especies de insectos registradas fueron: mosca blanca *B. tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae), el complejo de áfidos del género *Aphis*, principalmente *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae), y el psílido *B. cockerelli* (Hemiptera: Psyllidae). Además, en menor abundancia se registraron el minador *Liriomyza sativae* Blanchard, 1938 (Diptera: Agromyzidae) y *Diabrotica undecimpunctata* Howardi Barber, 1947 (Coleoptera: Chrysomelidae). Por las bajas poblaciones de estos últimos, el análisis estadístico solo se practicó para mosca blanca (adulto y ninfa), el complejo de áfidos y el psílido (adulto y huevecillo).

**Mosca blanca.** Para los adultos, el análisis estadístico mostró diferencias significativas ( $F = 3.44$ ; g.l. = 12;  $P = 0.0002$ ), en donde la menor incidencia ocurrió en el injerto GAp ( $13.14 \pm 7.18$ ), mostrando solo diferencias con el tinguaraque de fruto pequeño Ac ( $18.28 \pm 9.92$ ), los de fruto grande Tab ( $17.62 \pm 7.43$ ) y GAp ( $16.56 \pm 6.21$ ). No se observaron diferencias de los injertos con la variedad comercial sin injertar (Tabla 1). Por el contrario, la incidencia de ninfas de mosca blanca mostró diferencias significativas ( $F = 5.10$ ; g.l. = 12;  $P = 0.0001$ ). La menor incidencia de ninfas se registró en tinguaraques de fruto pequeño (ChAp, LR, Ac y Jiq), y la mayor incidencia en la variedad cultivada de jitomate y los ecotipos silvestres de fruto grande (Tab y GAp). Los injertos mostraron una respuesta intermedia, en donde destacaron los tratamientos I-GAp e I-ChAp, con diferencias significativas frente a la variedad cultivada (Tabla 1).

**B. cockerelli.** La incidencia de adultos y huevecillos del psílido mostró diferencias significativas ( $F = 3.74$ ; g.l. = 12;  $P = 0.0001$ ) y ( $F = 2.99$ ; g.l. = 12;  $P = 0.0009$ ), respectivamente. Los tratamientos con menor incidencia de adultos fueron los injertos y los ecotipos silvestres, en donde destacaron I-ChAp e I-GAp, con medias de 1,37 adultos para cada uno. Contrariamente, la mayor incidencia de adultos se presentó en los ecotipos de fruto grande Tab, GAp, y en la variedad comercial (Jit), con valores medios que fluctuaron desde  $2.26 \pm 1.99$  hasta  $2.50 \pm 2.33$  adultos. Para la variable foliolos con oviposturas solo se detectaron diferencias entre los tratamientos Tab ( $1.81 \pm 1.46$ ) e I-ChAp ( $1.09 \pm 0.92$ ), aunque este último no difirió del tratamiento I-GAp (Tabla 1). El análisis estadístico para ninfas del psílido no mostró diferencias significativas entre tratamientos.

**Complejo de áfidos.** Similar a lo ocurrido con ninfas de mosca blanca, la incidencia de áfidos reveló diferencias significativas entre tratamientos ( $F = 6.20$ ; g.l. = 12;  $P = 0.0001$ ). La menor incidencia se registró en el tratamiento I-GAp ( $1.52 \pm 1.22$ ) junto con los tinguaraques de fruto pequeño; la mayor

**Tabla 1.** Incidencia de plagas en jitomate, tinguaraque e injertos de ambos, en condiciones de campo de Ciudad Morelos, Municipio de Paracuaro Michoacán, México. 2007-2008.

Tratamiento	Mosca blanca		Psílido		Áfidos/planta
	Adultos/planta	Ninfas/foliolo	Adulto/planta	Foliolos con huevos	
Jit	17.671 ± 10.44 abc	9.741 ± 8.52 a	2.261 ± 1.99 ab	1.651 ± 1.20 ab	4.821 ± 5.22 a
Tab	17.62 ± 7.43 a	8.31 ± 7.36 abc	2.50 ± 2.33 a	1.81 ± 1.46 a	3.45 ± 4.06 ab
I-Tab	16.04 ± 9.35 abc	7.87 ± 6.80 abc	1.95 ± 2.27 abcd	1.38 ± 1.60 ab	2.85 ± 3.28 bcd
GAp	16.56 ± 6.21 ab	7.65 ± 5.22 ab	2.28 ± 2.21 abc	1.70 ± 1.64 ab	3.05 ± 3.09 abc
I-Jiq	15.32 ± 8.53 abc	7.58 ± 5.86 abc	1.67 ± 1.66 abcd	1.34 ± 1.35 ab	2.34 ± 2.3 bcd
I-LR	15.65 ± 8.48 abc	7.50 ± 5.90 abcd	1.71 ± 1.74 bcd	1.25 ± 1.30 ab	2.31 ± 2.51 bcd
I-Ac	15.78 ± 8.08 abc	7.17 ± 5.69 abcd	1.69 ± 1.67 abcd	1.17 ± 1.08 ab	2.22 ± 2.74 bcd
I-ChAp	14.55 ± 7.94 bc	6.67 ± 5.69 bcd	1.37 ± 1.15 d	1.09 ± 0.92 b	2.25 ± 2.18 bcd
I-GAp	13.14 ± 7.18 c	5.87 ± 4.69 bcd	1.37 ± 1.18 dc	0.98 ± 0.70 ab	1.52 ± 1.22 d
Jiq	16.41 ± 8.93 abc	5.69 ± 4.22 bcd	1.55 ± 1.16 abcd	1.14 ± 0.83 ab	1.88 ± 1.75 bcd
Ac	18.28 ± 9.92 ab	5.61 ± 4.75 bcd	1.93 ± 1.75 abcd	1.36 ± 1.17 ab	1.76 ± 1.91 cd
LR	16.54 ± 8.64 abc	5.35 ± 4.38 dc	1.47 ± 1.20 bcd	1.08 ± 0.83 ab	1.97 ± 1.41 bcd
ChAp	15.75 ± 7.98 abc	5.17 ± 4.31 d	1.82 ± 1.45 abcd	1.71 ± 1.28 ab	1.76 ± 1.68 d

<sup>1</sup> Medias ± desviación estándar seguidas de la misma letra dentro de las columnas no difieren estadísticamente (Tukey  $\leq 0.05$ ).



incidencia se registró en el cultivar comercial ( $4.82 \pm 5.22$ ) sin mostrar diferencias con los tinguarques de fruto grande. La mayoría de los injertos mostraron una respuesta intermedia, con medias poblacionales que fluctuaron desde  $2.25 \pm 2.18$  en el I-ChAp hasta  $2.34 \pm 2.3$  en el I-Jiq (Tabla 1).

### Discusión

Los insectos registrados corresponden a plagas documentadas en el cultivo del jitomate (García 1981; King y Saunders 1984); sin embargo, fue claro que los niveles poblacionales variaron entre los tratamientos, en donde los materiales silvestres catalogados como de fruto pequeño (ChAp, Ac, LR y Jiq) tuvieron la menor incidencia de mosca blanca, áfidos y paratíozoa en comparación con la registrada en el cultivar comercial y los ecotipos silvestres de fruto grande (GAp y Tab). Trabajos previos documentan resistencia de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* a *B. tabaci*, *B. cockerelli* y áfidos (Sánchez-Peña *et al.* 2006; Cortéz-Madrigal 2008), además de plagas como los minadores del género *Liriomyza* (Liu y Trumble 2004; Cortéz-Madrigal 2008). En nuestro trabajo las poblaciones de minadores fueron tan bajas que no logramos conformar un análisis comparativo.

El hecho de que los materiales injertados hayan manifestado una menor incidencia de plagas que el cultivar comercial sin injertar sugiere que de alguna manera el injerto favoreció la tolerancia del material comercial hacia las plagas registradas. La incidencia de insectos en los injertos fue hasta tres veces menor que en el jitomate sin injertar; sin embargo, se desconocen los mecanismos involucrados en esa tolerancia. Se sabe que los principales mecanismos de resistencia a plagas en jitomate dependen de la densidad y tipo de tricomas, en donde se han distinguido siete tipos de ellos, incluyendo tricomas glandulares y no glandulares (Simmons y Gurr 2005); los primeros, están involucrados en la producción de aleloquímicos como acilazúcares (Mutschler *et al.* 1996; De Resende *et al.* 2008), zingiberenos (Freitas *et al.* 2002) y decanonas (Muigai *et al.* 2002), sustancias que producen repelencia o mortalidad en insectos. De igual manera, los tricomas no glandulares juegan un papel importante como barreras físicas en el establecimiento y desarrollo de algunos insectos (Eigenbrode y Trumble 1993; Wagner *et al.* 2004). En soya, por ejemplo, la densidad de tricomas influyó en el comportamiento de prueba de varias especies de áfidos, por lo que la dispersión de los virus en campo estuvo negativamente correlacionada con la densidad de tricomas (Harris y Maramorosch 1980).

Los tricomas, principalmente glandulares, son generalmente más abundantes en especies silvestres que en las cultivadas (Sánchez-Peña *et al.* 2006; Simmons *et al.* 2006), y en algunos casos se ha registrado una importante correlación entre incidencia de fitófagos y densidad de tricomas (Simmons *et al.* 2004; Alba *et al.* 2009). Sin embargo, en otros casos la producción de aleloquímicos no ha correlacionado claramente con la densidad de tricomas, lo que sugiere que mecanismos de resistencia independientes de los tricomas estén involucrados (Nombela *et al.* 2000; Muigai *et al.* 2002), en donde el pH de la hoja sería uno de los principales factores involucrados; se ha documentado, por ejemplo, que *B. tabaci* prefiere hojas de algodón con pH entre 6-7.25 (Berlinger 1983).

Aunque en nuestro estudio no evaluamos la densidad de tricomas ni sustancias involucradas, se sabe que los mate-

riales silvestres de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* tienen mayor densidad de tricomas que las variedades cultivadas, lo que les confiere una mayor tolerancia a plagas como mosca blanca (Sánchez-Peña *et al.* 2006), tal como ocurrió con la respuesta de los materiales silvestres de jitomate aquí evaluados. Para el caso de los injertos, pudiera pensarse que sustancias secundarias antiherbivoros son sintetizadas en el patrón silvestre y desde ahí translocadas hacia el injerto susceptible; sin embargo, algunos de los injertos con menor incidencia de plagas estuvieron conformados por patrones en cuyo material silvestre ocurrió la mayor incidencia de insectos, un ejemplo fue el injerto GAp que mostró la menor incidencia de plagas, pero el tinguarque GAp fue uno de los tratamientos más susceptibles. Por lo anterior, la tolerancia de los injertos a insectos pudiera ser multifactorial, tal como ha sido señalado por otros autores (Muigai *et al.* 2002), por lo que estudios futuros deben enfocarse a dilucidar los mecanismos involucrados en la tolerancia de los injertos de jitomate sobre *S. lycopersicum* var. *cerasiforme*.

La resistencia de los parientes silvestres del jitomate ha sido aprovechada para obtener cultivares con resistencia a plagas y enfermedades, principalmente mediante la hibridación (Casteel *et al.* 2006; Restrepo *et al.* 2008), más lenta y cara que el desarrollo de injertos. Aunque el uso de injertos en hortalizas para inducir resistencia a plagas y enfermedades es una práctica común en países desarrollados (Lee 2003; Nakaho *et al.* 2004; Verdejo-Lucas y Sorribas 2008), en los países como México, se ha explorado poco así como su uso para explorar resistencia a plagas y enfermedades. Nuestros resultados demuestran que mediante injertos se conformaron nuevos grupos de plantas (injertos) con menor incidencia de plagas foliares respecto al jitomate sin injertar; algunos de los mejores tratamientos fueron injertos, lo que es congruente con los resultados de Cortéz-Madrigal (2008) para el tinguarque Jiquilpan, jitomate cv Río Grande® e injerto de ambos, en donde los tratamientos menos susceptibles fueron tinguarque, injerto y jitomate en ese orden.

Aunque mediante el injerto no se redujo en su totalidad el daño por insectos (datos sin publicar), es importante considerar que su acción fue sobre varias especies, algunas de ellas consideradas plagas clave del cultivo. Además de los insectos, estudios complementarios documentaron la tolerancia de los injertos hacia algunas enfermedades, consecuentemente, el rendimiento tendió a ser mayor en injertos que en jitomate sin injertar (datos sin publicar). Es incuestionable que el uso de injertos por sí solo no es suficiente para solucionar el problema de plagas y enfermedades en jitomate y que debe ser considerado como parte de una herramienta del manejo integrado de plagas. Otras estrategias de control deben ser consideradas, en donde los métodos ecológicos son prioritarios.

México es centro de origen de diversos cultivos (Hoyt 1992) y aprovechar sus parientes silvestres como fuente de resistencia a plagas y enfermedades debería ser prioritaria; al respecto, la técnica del injerto pudiera ser una herramienta importante para transferir esa resistencia al cultivo. Diversos parientes silvestres de cultivos, entre ellos *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* crecen aledaños a los campos agrícolas, y las técnicas modernas de cultivo como la aplicación de herbicidas, amenazan su permanencia. El uso de injertos en parientes silvestres puede dar un valor a esas plantas espontáneas y contribuir de esa manera con su conservación.

Podemos concluir que el injerto de jitomate en *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* tiene potencial en el manejo de plagas, principalmente de *B. tabaci*, *B. cockerelli* y áfidos, y estudios previos mencionan la resistencia de injertos en materiales silvestres hacia minadores del género *Liriomyza* (Cortéz-Madrigo 2008). La técnica de injerto desarrollada por nosotros es sencilla y económica, por lo que puede ser implementada por cualquier productor. Su uso se enfoca principalmente a productores de bajos recursos que cultivan jitomate en pequeñas áreas, aunque también es factible su uso en cultivos bajo invernadero. Es necesario sin embargo, desarrollar algunos estudios sobre su factibilidad económica.

### Agradecimientos

Al Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del Estado de Michoacán (COECYT-Michoacán) y a la Secretaría de Investigación y Posgrado del Instituto Politécnico Nacional (SIP-IPN) por el apoyo económico brindado para la realización de la presente investigación.

### Literatura citada

- ALBA, J. M.; MONTSERRAT, M.; FERNÁNDEZ-MUÑOZ, R. 2009. Resistance to the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) by acylsucroses of wild tomato (*Solanum pimpinellifolium*) trichomes studied in a recombinant imbred line population. *Experimental and Applied Acarology* 47: 35-47.
- AL-JABR, A. M. 1999. Integrated pest management of tomato/potato psyllid, *Paratrioza cockerelli* (Sulc) (Homoptera: Psyllidae) with emphasis on its importance in greenhouse grown tomatoes. Ph. D. Thesis. Colorado State University, Fort Collins, Colorado 62 p.
- BERLINGER, M. J. 1983. The importance of pH in food selection by the tobacco whitefly, *Bemisia tabaci*. *Phytoparasitica* 11: 151-160.
- BLACKMAN, R. L.; EASTOP V. F. 1984. Aphids on the world's crops. An identification guide. John Wiley & Sons. LTD. London. 466 p.
- BRINKMAN, M. A.; GARDNER, W. A. 2001. Use of diatomaceous heart and entomopathogen combinations against the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae). *Florida Entomologist* 84: 740-741.
- CAÑIZARES, K. A. L.; GOTO, R. 1998. Crescimento e produção de híbridos de pepino em função da enxertia. *Horticultura Brasileira* 16: 110-113.
- CASTEEL, C. L.; WALLING, L. L.; PAINE, T. D. 2006. Behavior and biology of tomato psyllid, *Bactericerca cockerelli*, in response to the Mi-1.2 gene. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 121: 67-72.
- CORTÉZ-MADRIGAL, H. 2008. Injertos en parientes silvestres de jitomate y su potencial en el manejo de plagas. *Entomología Mexicana* 7: 570-574.
- COUTINHO, C. S.; FERMINO, S. A. C.; DOS SANTOS, B. A.; ARAÚJO, D. C. L.; DA SILVA, L. C. 2006. Potential of Hawaii 7996 hybrid as rootstock for tomato cultivars. *Bragantia* 65: 89-96.
- DE RESENDE, J. T.; MALUF, W. R.; CARDOSO, M. DAS G.; FARIA, M. V.; GONÇALVES L. D.; DO NASCIMENTO I. R. 2008. Resistance of tomato genotypes with high level of acylsugars to *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard. *Scientia Agricola* (Piracicaba, Braz.) 65: 31-35.
- EIGENBRODE, S. D.; TRUMBLE, J. T. 1993. Resistance to beet armyworm, Hemipterans, and *Liriomyza* spp. in *Lycopersicon* accessions. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 118: 442-456.
- EVANS, G. A. 2008. The whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of the world and their host plants and natural enemies. USDA-APHIS. 703 p.
- FREITAS, J. A.; MALUF, W. R.; CARDOSO, M. D.; GOMES L. A. A.; BEARZOTTI, E. 2002. Inheritance of foliar zingiberene contents and their relationship to trichome densities and whitefly resistance in tomatoes. *Euphytica* 127: 275-287.
- GARCÍA, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 4ta. Ed. México. 246 p.
- GARCÍA M., C. 1981. Lista de insectos y ácaros perjudiciales a los cultivos de México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos-Dirección General de Sanidad Vegetal. Fitófilo 86. México. 196 p.
- HARRIS, K.F.; MARAMOROSCH, K. 1980. Vectors of plant pathogens. Academic Press. New York. 425 p.
- HODGES, G.; EVANS, G. A. 2005. An identification guide to the whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of the southeastern United States. *Florida Entomologist* 88: 518-534.
- HOYT, E. 1992. Conservando los parientes silvestres de las plantas cultivadas. Addison-Wesley Iberoamericana. Estados Unidos. Traducción: Enrique Forero. 52 p.
- INEGI. 1983. Carta Edafológica E. 13-3. Escala 1:250,000. Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática. Colima, México. Colores varios.
- KING, A. B. S.; SAUNDERS, J. L. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Administración de Desarrollo Extranjero. Londres. 181 p.
- KOGAN, M. 1990. La resistencia de la planta en el manejo de plagas, pp. 123-172. En: Metcalf, R. L.; Luckman, W. H. (Eds.). Introducción al manejo integrado de plagas. Ed. Limusa. México. 710 p.
- LEE, J. M. 2003. Advances in vegetable grafting. *Chronica Horticulturae* 43: 13-19.
- LIU, D.; TRUMBLE, J. T. 2004. Tomato psyllid behavioral responses to tomato plant lines and interactions of plant lines with insecticides. *Journal of Economic Entomology* 97: 1078-1085.
- MORALES, F.; RIVERA-BUSTAMANTE, R.; SALINAS, P. R.; TORRES-PACHECO, I.; DÍAZ, P. R.; AVILÉS, B. W.; RAMÍREZ, J. G. 2005. Whiteflies as vectors of viruses in legume and vegetable mixed cropping systems in the tropical lowlands of México, pp. 177-196. En: Anderson, P. K.; Morales, F. J. (Eds.). Whitefly-borne viruses in the tropics: building a knowledge base for global action. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 351 p.
- MUIGAI, S. G.; SCHUSTER, D. J.; SNYDER, J. C.; SCOTT, J. W.; BASSETT, M. J.; MCAUSLANE, H. J. 2002. Mechanisms of Resistance in *Lycopersicon* Germplasm to the Whitefly *Bemisia argentifolii*. *Phytoparasitica* 30: 347-360.
- MUTSCHLER, M. A.; DOERGE, R. W.; LIU, S. C.; KUAI, J. P.; LIEDL, B. E.; SHAPIRO, J. A. 1996. QTL analysis of pest resistance in the wild tomato *Lycopersicon pennellii*: QTLs controlling acylsugar level and composition. *Theoretical and Applied Genetics* 92: 709-718.
- NAKAHO, K.; INOUE, H.; TAKAYAMA, T.; MIYAGAWA, H. 2004. Distribution and multiplication of *Ralstonia solanacearum* in tomato plants with resistance derived from different origins. *Journal of General Plant Pathology* 70: 115-119.
- NOMBELA, G.; BEITIA, F.; MUNIZ, M. 2000. Variation in tomato host response to *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in relation to acyl sugar content and presence of the nematode

- and potato aphid resistance gene *Mi*. *Bulletin of Entomological Research* 90: 161-167.
- ORTEGA, A. L. D. 1995. Colecta, montaje y determinación de Aleo-*yrodiidae*. *Fitofilo* 88: 53-70.
- PEÑA-MARTÍNEZ, M. R.; LOMELI J., R.; TREJO G., L. A.; VILLEGAS J., N. 2001. Monitoreo de áfidos y afidófagos de importancia agrícola. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas-Instituto Politécnico Nacional. México, D. F. 89 p.
- PERALTA, I. E.; KNAPP, S.; SPOONER, D. M. 2005. New species of wild tomatoes (*Solanum* section *Lycopersicon*: Solanaceae) from Northern Peru. *Systematic Botany* 30: 424-434.
- PÉREZ, G. M.; MÁRQUEZ, S. F.; PEÑA, L. A. 1997. Mejoramiento genético de hortalizas. Universidad Autónoma Chapingo. México. 380 p.
- RESTREPO, S. E. F.; VALLEJO, C. F. A.; LOBO, A. M. 2008. Evaluación de poblaciones segregantes producidas a partir de cruza-*mientos* entre tomate cultivado y la accesión silvestre PI134418 de *Solanum habrochaites* var. *glabratum* resistente al pasador del fruto. *Acta Agronómica (Colombia)* 57: 1-8.
- SÁNCHEZ-PEÑA, P.; OYAMA, K.; NÚÑEZ-FARFAN, J.; FORNONI, J.; HERNÁNDEZ-VERDUGO, S.; MÁRQUEZ-GUZMAN, J.; GARZÓN-TIZNADO, J. A. 2006. Sources of resistance to whitefly (*Bemisia* spp.) in wild populations of *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* (Dunal) Spooner G. J. Anderson et R. K. Jansen, in Northwestern México. *Genetic Resources and Crop Evolution* 53: 711-719.
- SAS INSTITUTE. 1997. SAS/STAT User's guide. Release 6.3 edition. Cary, North Carolina. 1028 p.
- SIMMONS, A. T.; GURR, G. M. 2005. Trichomes of *Lycopersicon* species and their hybrids: effects on pests and natural enemies *Agricultural and Forest Entomology* 7: 265-276.
- SIMMONS, A. T.; GURR, G. M.; MCGRATH, D.; MARTIN, P. M.; NICOL, H. I. 2004. Entrapment of *Helicoverpa armigera* (Hübner).
- Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) on glandular trichomes of *Lycopersicon* species. *Australian Journal of Entomology* 43: 196-200.
- SIMMONS, A. T.; NICOL, H. I.; GURR, G. M. 2006. Resistance of wild *Lycopersicon* species to the potato moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Australian Journal of Entomology* 45: 81-86.
- SOUTHWOOD, T. R. E. 1976. *Ecological methods*. Chapman and Hall. London. 391 p.
- VAN LENTEREN, J. C. 2005. *Internet Book of Biological Control*. Disponible en: [www.IOBC-Global.org](http://www.IOBC-Global.org). Fecha última revisión: [10 agosto 2008].
- VERDEJO-LUCAS, S.; SORRIBAS, F. J. 2008. Resistance response of tomato rootstock SC 6301 to *Meloidogyne javanica* in plastic house. *European Journal of Plant Pathology* 121: 103-107.
- UNIVERSITY OF CALIFORNIA. 1990. *Integrated pest management for tomatoes*. Third edition. University of California. Publication 3274. 104 p.
- WAGNER, G. J.; WANG, E.; SHEPHERD, R. W. 2004. New Approaches for Studying and Exploiting an old protuberance, the plant trichome. *Annals of Botany* 93: 3-11.
- WILLIAMSON, V. 1998. Root-knot nematode resistance genes in tomato and their potential for future use. *Annual Review of Phytopathology* 17: 277-293.

Recibido: 10-nov-2008 • Aceptado: 5-ago-2009