

Comportamiento agronómico e incidencia de enfermedades en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) injertadas

Agronomic performance and incidence of diseases in tomato grafted plants (*Solanum lycopersicum* L.)

Juan Carlos Álvarez-Hernández^{1*}

¹Escuela de Ciencias Agropecuarias, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Mariano Jiménez s/n colonia el Varillero, C.P. 60660, Apatzingán Michoacán, México. *Correspondencia: jcalvarh@umich.mx

Rec.: 19.07.11 Acept.: 13.06.12

Resumen

En el Valle de Apatzingán, Michoacán, México, se estudió el comportamiento del tomate injertado sobre tomate nativo de México. Como porta-injerto se utilizaron ecotipos de tomate *Solanum lycopersicum* L. variedad *cerasiforme* ("tinguaraque") y como injerto el cultivar (cv.) Toro[®]. En un diseño experimental de bloques completos al azar se dispusieron trece tratamientos: seis injertos de tomate sobre Tinguaraque, seis Tinguaraques y un testigo (tomate). Específicamente en los injertos y tomate (seis tratamientos) se midieron las siguientes características: altura de planta, diámetro de tallo, número de racimos florales, altura al primer racimo floral, peso, tamaño y rendimiento de frutos por planta; además, en los frutos de todos los tratamientos se midieron el pH, los sólidos solubles y humedad; y en las plantas la incidencia de enfermedades. Se encontraron diferencias para altura, diámetro, racimos florales y tamaño de fruto. En los injertos se presentaron los mayores valores de estos parámetros, a diferencia del tomate. Entre las enfermedades registradas ('damping-off', complejo *Alternaria-Fusarium* y geminivirus) sólo el damping off fue significativo, siendo menor la incidencia en plantas de injerto. Las características de frutos fueron diferentes en Tinguaraques y tomate que no afectaron las características de fruto del injerto. Los resultados mostraron que el injerto de tomate tiene beneficios en el manejo del cultivo, debido a buenas características de planta y rendimiento de frutos, así como la reducción en la incidencia de damping-off con respecto a tomate.

Palabras clave: Características de fruta, enfermedades fúngicas, injerto, México, resistencia a enfermedades, *Solanum lycopersicum* L. variedad *cerasiforme*.

Abstract

To determine the performance of tomato, grafted on tomato native from México, a study in Valle de Apatzingán Michoacán, México in 2008 was established. As rootstock ecotypes of tomato *Solanum lycopersicum* L. variety *cerasiforme* (Tinguaraque) were used, and as graft the cultivar Toro[®] was used. A randomized complete block design with 13 treatments was performed: six grafts of tomato on Tinguaraque, six Tinguaraque and one control (tomato). Specifically in grafts and tomato (six treatments) the following characteristics were evaluated: plant height, diameter of stem, number of flower clusters, height to the first floral cluster, weight, size and yield of fruits by plant; moreover in all treatments (13 treatments) pH, soluble solids and moisture were registered in fruits; also the disease plant incidence was evaluated. Significant differences were found for height, diameter, flower clusters and fruit size, which grafts showed higher values in contrast to tomato. Among the three registered diseases

(damping off, *Alternaria-Fusarium* complex and geminivirus), only damping off had statistical differences, where the grafts presented lower incidence. By comparing the values of characteristics of fruits, Tinguaraque and tomato presented particular values, and these did not influence in the graft. It was concluded that the tomato graft showed potential benefit in crop management, without devalue the characteristics of plant and fruit, nor the yield; for grafting, the incidence of “damping off” with respect to the tomato was reduced.

Key words: Disease resistance, fruits characteristics, fungal diseases, grafting, México, *Solanum lycopersicum* L. variety *cerasiforme*.

Introducción

El tomate, conocido en algunas regiones de México como ‘jitomate’, y las plantas más relacionadas con él tienen su centro de origen en una región montañosa, estrecha y alargada de los Andes que comprende Perú, Ecuador y Chile (Peralta y Spooner, 2000). El probable ancestro del tomate cultivado es *Solanum lycopersicum* L. var. *cerasiforme* (Esquinas-Alcázar y Nuez, 1995; Sánchez *et al.*, 2006) caracterizado por producir frutos redondos con diámetros que varían entre 1 y 2.5 cm (Martínez, 1979; Rick y Holle, 1990). Crece en una gran variedad de hábitats y responde a los factores bióticos y abióticos causantes de mortalidad (Hoyt, 1992).

En México, el tomate nativo se encuentra ampliamente distribuido en zonas de reserva ecológica, asociado a campos de cultivos donde eventualmente suele convertirse en maleza (Sánchez *et al.*, 2006). En Michoacán, este tomate se conoce como ‘tinguaraque’ (Martínez, 1979), crece en condiciones adversas de humedad y soporta alta incidencia de plagas y enfermedades (Eigenbrode *et al.*, 1993; Pérez *et al.*, 1997), características de importancia agronómica para el mejoramiento genético del cultivo.

El tomate es una de las hortalizas con mayor problemática fitosanitaria, ya que las enfermedades constituyen un factor limitante en su producción. Las enfermedades patogénicas están presentes en plántulas (‘damping-off’), follaje (tizones temprano y tardío), en tallos (*Fusarium* spp.) y hasta en los frutos (pudrición apical y pudrición por *Alternaria*) (Tigchelaar, 2001; González-Chávez *et al.*, 2003; Quiroga *et al.*, 2007). En este cultivo, como en muchos otros, el control de enfermedades se basa fundamentalmente en el uso de fungicidas órgano-sintéticos, con los res-

pectivos problemas colaterales ampliamente documentados (Esquinas-Alcázar y Nuez, 1995; Zavaleta-Mejía, 1999).

El mejoramiento convencional mediante hibridación de plantas es un método fundamental para transmitir características de adaptación a condiciones bióticas y abióticas adversas (Nuez, 1995; Pérez *et al.*, 1997; Restrepo *et al.*, 2008); no obstante el injerto, aunque menos común, fue una de las primeras técnicas utilizadas con este fin (Kogan, 1990). En los últimos años, esta técnica ha despertado interés en cultivos hortícolas como pepino, melón, sandía, chile, berenjena y tomate para la obtención de resistencia a diversas enfermedades que atacan el sistema radical (Santos *et al.*, 2000; Lee, 2003). En cultivos como tomate, berenjena y sandía mediante el injerto se obtiene mejor desarrollo en plantas y mayor rendimiento en la producción (Choi *et al.*, 2002; Cürük *et al.*, 2005; Khah *et al.*, 2006). Específicamente el porta-injerto de tomate Hawaii 7996 ha sido utilizado como fuente de resistencia para reducir la marchitez por *Fusarium* (Lee, 1994) y para el control del marchitamiento vascular causado por *Ralstonia solanacearum* (Nakaho *et al.*, 2004; Coutinho *et al.*, 2006). El cv. Monika (SC 6301) de tomate es un porta-injerto resistente al ataque de nematodos noduladores, resistencia proporcionada por el gen *Mi-1.2* (Williamson, 1998; Verdejo-Lucas y Sorribas, 2008), también el uso del injerto mejora la calidad y las características físico-químicas de los frutos (Coutinho *et al.*, 2006), aumenta la tolerancia a la salinidad en el suelo (Fernández-García *et al.*, 2004; Estañ *et al.*, 2005), y a temperaturas y altitudes elevadas (Venema *et al.*, 2008).

En México pocos son los trabajos documentados sobre injertos de hortalizas (Gon-

zález-Chávez *et al.*, 2003); por lo anterior, los objetivos del presente trabajo fueron evaluar el comportamiento agronómico y registrar la incidencia de las principales enfermedades en injertos de tomate sobre su pariente silvestre *S. lycopersicum* var. *cerasiforme*.

Materiales y métodos

El trabajo en campo se realizó en 2008 en Ciudad Morelos, municipio de Parácuaro (19° 00' 53" N y 102° 16' 44" O, y 300 m.s.n.m.), Michoacán, México. El clima predominante en el sitio del estudio es cálido semi-seco (Bs₁) y el suelo Vertisol pélico (arcilloso) (García, 1988).

Como injerto se utilizó el cv. Toro[®] comercial de tomate de tipo determinado y como porta-injerto ecotipos de tomate nativos (tinguaraque), recolectado en tres regiones de Michoacán (Álvarez-Hernández *et al.*, 2009). Estos porta-injertos fueron: Chico Apatzingán (ChAp), Grande Apatzingán (GAp), Acahuato (Ac), Los Reyes (LR) y Jiquilpán (Jiq); más el ecotipo silvestre Tabasco (Tab) proveniente de la región de La Chontalpa, Tabasco, México.

Las semillas se sembraron en recipientes de poliestireno que contenían sustrato a base de musgo previamente humedecido (Sunshine[®] SunGro Horticulture, Canadá). Se establecieron primero los tinguarques con un intervalo de 30 días, esto con el fin de uniformizar los diámetros de tallo (porta-injerto-injerto). Se seleccionaron plántulas del porta-injerto con 5 - 6 hojas y de injerto con 3-4 hojas, con diámetros de tallo similares. En ambos tallos y arriba de las hojas cotiledonales se practicó un corte horizontal y se insertó en el porta-injerto una punta de lápiz (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 relativa), a 25 ± 1 °C y fotoperiodo 12:12 h (luz-obscuridad). Después de siete días, las plantas se mantuvieron a temperatura ambiente por cinco días para su aclimatación y posterior trasplante en campo; la distancias entre surco y planta fue de 1 x 0.6 m. Las plantas recibieron riego por goteo cada 3-4 días durante 30 min con un gasto de agua de 2 l/planta, manteniendo una lá-

mina aproximada de 8 cm. Como fertilizante se adicionaron 60 g/planta en forma manual en los días 20 y 45 posteriores al trasplante, utilizando triple 17 (N-P-K). No se usaron plaguicidas durante el ciclo del cultivo y las escasas malezas que emergieron se controlaron en forma manual.

Se conformaron trece materiales (cada uno corresponde a un tratamiento): cinco tinguarques (ChAp, GAp, Ac, LR y Jiq) más Tabasco (Tab) y sus correspondientes injertos (I-ChAp, I-GAp, I-Ac, I-LR, I-Jiq e I-Tab) y tomate (Jit) como testigo. Los tratamientos se dispusieron en un diseño experimental de bloques completos al azar, con tres repeticiones, cada unidad experimental estuvo conformada por 20 plantas (12 m²), para una densidad de 16,666 planta/ha.

Tanto en injertos como en solo tomate se evaluaron la altura de planta desde la base del suelo hasta la punta del ápice principal, el diámetro de tallo (1 cm por encima del callo de injerto) y el número de racimos florales, 75 días después del trasplante (ddt). La altura al primer racimo floral desde la base del suelo hasta el raquis de la inflorescencia se registró a 50 ddt.

La producción se midió con base en el peso de los frutos por tratamiento en seis categorías, establecidas con diferencia de 15 g cada una (2.2 - 17.2, 17.3 - 32.2, 32.3 - 47.2, 47.3 - 62.2, 62.3-77.2 y 77.3-92.2 g). Este criterio se definió teniendo en cuenta el peso de los frutos cosechados. Se midió, igualmente, el tamaño de los frutos según los diámetros polar y ecuatorial y el rendimiento por planta en un solo corte.

En todos los tratamientos (injertos, tomate y tomates tinguarques) se midieron el pH de frutos (potenciómetro manual Hanna[®]), sólidos solubles (refractómetro manual Atago[®] modelo HSR-500) y contenido de humedad (%) por diferencias de peso inicial y final después de mantener frutos fraccionados a temperatura ambiente por diez días.

La incidencia de enfermedades se registró mediante muestreos semanales de follaje, marchitez o muerte de plantas durante el ciclo de cultivo. En las enfermedades causadas por hongos, además de la descripción de la sintomatología en plantas enfermas, se aisló

el agente causante para su identificación. Para las enfermedades virales se consideró incidencia y severidad (Cuadro 1) mediante escala de daño diseñada para esta evaluación, además, se enviaron muestras de follaje con síntomas virales al laboratorio especializado GISENA, Texcoco Estado de México, para determinar el grupo de agente causante.

El análisis de datos para las características agronómicas en injertos y tomate, con excepción de peso de frutos, se hizo por varianza en un diseño experimental de bloques completamente al azar y la separación de medias mediante la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). Para el peso de frutos se tomaron los límites de los valores y se clasificaron seis categorías de 15 g de peso y mediante porcentaje se determinó la cantidad según el intervalo de peso. Las características físico-químicas de frutos en injertos, tomate y tinguarques, se analizaron mediante estadísticas descriptivas (media y desviación estándar). En estos mismos tipos de tomates, la incidencia (%) acumulada de enfermedades fue transformada a arco seno de la raíz cuadrada de la proporción para su procesamiento mediante un análisis de varianza y separación de medias de Tukey

($P \leq 0.05$). Para todos los casos se utilizó el paquete estadístico SAS (SAS, 1997).

Resultados y discusión

Características agronómicas

Setenta y cinco días después del trasplante, las variables altura de la planta y diámetro del tallo presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$). La mayor altura de planta se presentó en los injertos I-Ac, I-Jiq e I-LR, mientras el testigo Jit (tomate) presentó 41.75 cm; la menor altura se observó en el injerto I-GAp (Cuadro 2). El mayor diámetro de tallo se observó en Jit, aunque fue similar al del injerto I-LR (Cuadro 2).

La altura al primer racimo floral varió entre 25.16 y 26.58 cm en los injertos y en tomate (Cuadro 2). El mayor número de racimos florales por planta ($P < 0.05$) ocurrió en los injertos I-Jiq, I-LR, I-ChAp e I-Tab; por su parte el injerto I-GAp produjo el menor número de racimos (Cuadro 2).

Los frutos de los injertos y tomate presentaron pesos entre 2.2 y 92.2 g y fueron agrupados en las seis categorías (Figura 1). En general, la mayoría de los frutos se encon-

Cuadro 1. Escala utilizada para evaluar el nivel de daño por enfermedad viral, Michoacán México.

Nivel	Características de daños
1	Sin daño: hojas extendidas, porte de planta normal con botones, flores y frutos.
2	Inicio de daño: algunas hojas extendidas, otras con 'enchinamiento', porte de planta normal, presentan botones, flores y frutos.
3	Daño medio: hojas 'enchinadas', brotes apicales reducidos, follaje 'arrepollado', detención de desarrollo en botones y flores, presenta frutos.
4	Daño total: follaje en su totalidad 'arrepollado', plantas raquílicas y enanas, sin flores, botones y frutos.

Cuadro 2. Características agronómicas de plantas de injertos y tomate, Michoacán México.

Tratamientos	Altura de planta (cm)	Diámetro de tallo (cm)	Altura 1er. racimo floral (cm)	No. de racimos florales
I-ChAp	40.21 b [†]	0.76 c	26.45 a	4.45 a
I-GAp	31.86 c	0.80 bc	25.94 a	3.58 b
I-Ac	44.15 a	0.81 bc	25.94 a	4.44 a
I-LR	43.12 a	0.91 ab	26.58 a	4.47 a
I-Jiq	43.41 a	0.88 bc	25.16 a	4.70 a
I-Tab	39.41 b	0.74 c	26.50 a	4.45 a
Jit (tomate)	41.75 ab	1.04 a	26.25 a	4.25 ab
DMS	2.47	0.15	6.92	1.04
CV (%)	2.18	6.45	6.16	9.36

[†] Medias con la misma letra dentro de columnas no difieren estadísticamente (Tukey, $P \leq 0.05$). DMS: Diferencia mínima significativa. CV: coeficiente de variación.

Categorías de peso (g)

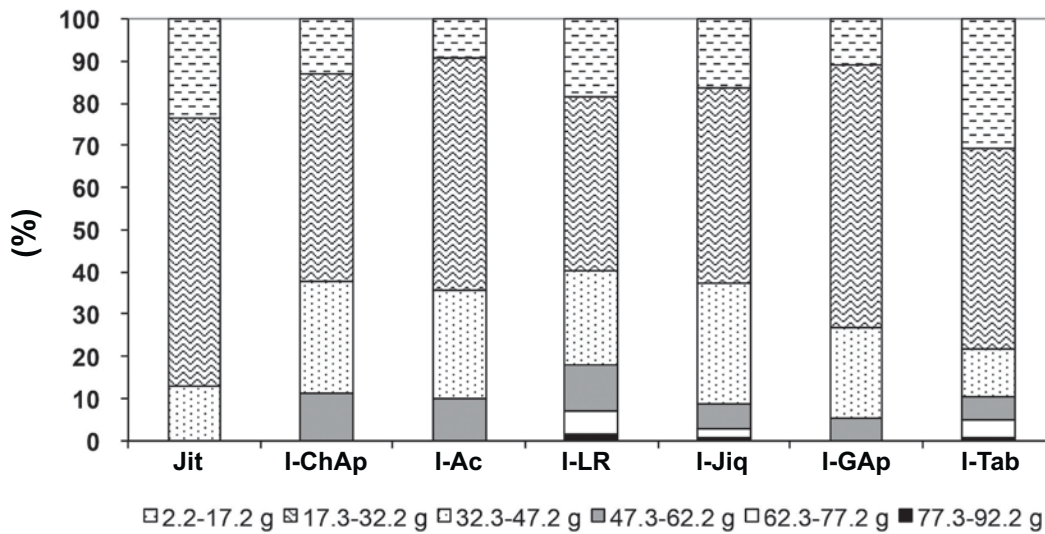


Figura 1. Frecuencia (%) de peso de frutos en seis intervalos de peso en injertos y tomate, Michoacán México.

traron en el intervalo de peso 17.3 a 32.2 g con una fluctuación desde 41% en el injerto I-LR hasta 63% en frutos de tomate (Jit); por el contrario, en los intervalos de mayor peso de fruto se presentaron menores porcentajes de variación (0 - 5% y 0 - 0.75%). Es importante destacar que el tomate no produjo frutos superiores a 47.2 g, mientras que todos los injertos produjeron frutos superiores a ese peso; inclusive, algunos como los injertos I-LR, I-Jiq e I-Tab produjeron frutos en todas las categorías superiores a 47.2 g (Figura 1).

El tamaño de frutos, determinado por las variables diámetros polar y ecuatorial, fue diferente ($P < 0.05$), siendo mayores en

los injertos I-LR, I-Jiq, I-Ac e I-ChAp (Cuadro 3). Por el contrario, el rendimiento de frutos/planta fue similar (Cuadro 3).

El injerto no afectó de manera negativa las características evaluadas del tomate ni de los frutos. Así, en la variable altura de planta el valor fue bajo (31.86 - 44.15 cm) si se compara con los resultados en otros estudios (Khah *et al.*, 2006) donde se encontraron alturas entre 69.31 y 75.31 cm, no obstante se debe resaltar que en el presente estudio no se realizó control de plagas y enfermedades, lo que pudo afectar el desarrollo de las plantas. Para la variable altura al primer racimo floral no se encontraron diferencias entre injertos y

Cuadro 3. Tamaño y rendimiento de frutos de injertos y tomate, Michoacán México.

Tratamientos	Diámetro polar (cm)	Diámetro ecuatorial (cm)	Rendimiento de Frutos/planta (g)
I-ChAp	3.93 ab [†]	3.53 a	125.16 a
I-GAp	3.77 b	3.52 a	107.33 a
I-Ac	3.95 ab	3.51 a	112.99 a
I-LR	4.07 a	3.59 a	167.79 a
I-Jiq	3.96 ab	3.58 a	141.42 a
I-Tab	3.71 b	3.32 ab	128.61 a
Jit (tomate)	3.72 b	3.17 b	128.54 a
DMS	0.29	0.29	80.53
CV (%)	17.51	19.17	22.17

[†] Medias con la misma letra dentro de columnas, no difieren estadísticamente (Tukey, $P \leq 0.05$). DMS: Diferencia mínima significativa. CV: coeficiente de variación.

tomate. El número de racimos/planta mostró una tendencia a ser mayor en los injertos I-LR e I-Jiq (Cuadro 2). Igualmente, los frutos más grandes (categorías 62.3 - 77.2 g y 77.3 - 92.2 g) correspondieron a los injertos I-LR, I-Jiq e I-Tab, a pesar de que su variabilidad fue mayor que en tomate (Figura 1). No obstante que no se detectaron diferencias en el rendimiento por planta (Cuadro 3), es importante destacar que los injertos y el testigo (tomate) alcanzaron todos los eventos fenológicos sin la aplicación de plaguicidas, aún así, los injertos I-LR (167.79 g) e I-Jiq (141.42 g) produjeron más que tomate (128.54 g), lo que se considera una característica deseable, desde el punto de vista agronómico.

Las características físico-químicas de los frutos: pH, sólidos solubles y porcentaje de humedad presentaron valores variables; por ejemplo, el pH fue más alto en tinguaraques que en tomate y los injertos, ya que los tinguaraques ChAp, GAp, Ac, LR, Jiq y Tab mostraron mayor acidez, así mismo, los injertos revelaron una acidez similar a la de tomate (Cuadro 4). Los tinguaraques con mayor cantidad de sólidos solubles fueron Ac, LR y Jiq; mientras que Tab mostró el valor más bajo entre ellos. En los injertos, los valores de sólidos solubles variaron desde 5.5 para I-Jiq hasta 6.75 (I-GAp e I-Tab), y Jit (tomate) presentó un valor de 7.0 °Brix (Cuadro 4). La humedad en los frutos fue menor en los tomates tinguaraques con valores que variaron entre 88.39 a 91.43%,

en comparación con los injertos, incluido el tomate, cuyos valores estuvieron en un rango de 93.99 - 97.44% (Cuadro 4).

Las características físico-químicas de los frutos de los injertos fueron similares a las de tomate, aunque nuevamente los tinguaraques fueron diferentes frente al cultivar utilizado. El pH menos ácido de los frutos de los tinguaraques (4.77 - 5.37) no afectó el de los frutos del injerto. En este sentido se ha observado que en plantas de tomate injertadas el pH es más ácido (4.04 - 4.30) que en plantas sin injertar (4.35 - 4.47) (Coutinho *et al.*, 2006). No obstante, esta variación es mínima ya que en las variedades comerciales, el pH varía entre 4.2 y 4.4 (Nuez, 1995); por otra parte Khah *et al.* (2006) no encontraron diferencias estadísticas en el pH de injertos (4.33-4.41) y el testigo (4.34). Los sólidos solubles, con excepción de los materiales ChAp, GAp, Tab, I-Ac e I-Jiq, tendieron a ser más concentrados los tinguaraques (7.5 a 7.75 °Brix) en comparación con los injertos (6.25 - 6.75 °Brix), mientras el tomate presentó 7.0 °Brix. El rango de sólidos solubles en los cultivares comerciales varía entre 4.5 y 5.5 °Brix, aunque más que el carácter varietal, los factores agroecológicos influyen en el contenido de sólidos solubles, ya que los pueden hacer variar entre 4 y 7 en frutos de una misma variedad (Nuez, 1995). En otros estudios no se han observado diferencias en sólidos solubles de plantas injertadas y no-injertadas; por ejemplo, Coutinho *et al.*

Cuadro 4. Características físico-químicas en frutos de injertos, tomate y tinguaraques, Michoacán México.

Tratamientos	pH	°Brix	Humedad (%)
ChAp	5.07 ± 0.05 [†]	6.0 ± 0.0	90.73
GAp	5.02 ± 0.05	6.0 ± 0.0	91.43
Ac	5.35 ± 0.1	7.75 ± 0.5	89.94
LR	4.77 ± 0.05	7.75 ± 0.5	89.05
Jiq	4.87 ± 0.05	7.5 ± 0.57	90.13
Tab	5.37 ± 0.05	5.25 ± 0.5	88.39
I-ChAp	4.67 ± 0.05	6.25 ± 0.5	97.37
I-GAp	4.55 ± 0.05	6.75 ± 0.5	93.99
I-Ac	4.45 ± 0.05	6.0 ± 0.0	97.44
I-LR	4.45 ± 0.05	6.5 ± 0.57	96.52
I-Jiq	4.5 ± 0.0	5.5 ± 0.57	96.41
I-Tab	4.5 ± 0.0	6.75 ± 0.5	97.44
Jit	4.52 ± 0.09	7.0 ± 0.0	94.28

[†] n = 5.

(2006) hallaron valores entre 3.95 y 4.7 °Brix en plantas injertadas y entre 3.95 y 4.95 °Brix en plantas no-injertadas. De igual manera, Khah *et al.* (2006) hallaron valores entre 3.1 y 4 °Brix en injertos y de 3.68 °Brix en el testigo. En relación con la humedad de los frutos, los tinguarques presentaron menor humedad (88.39-91.33%) que los injertos y el tomate, con valores de 93.99 y 97.44%, respectivamente; estas diferencias, quizá, son debidas al origen silvestre de los tinguarques. Los valores de humedad para el tomate fueron de 94% y 95% (Nuez, 1995), muy similares a los hallados en los injertos utilizados en este estudio.

Incidencia de enfermedades

Las enfermedades que se registraron durante el desarrollo del cultivo fueron damping-off (secadera o ahogamiento) causada por el complejo de hongos del suelo *Pythium* sp., *Fusarium* sp. y *Rhizoctonia solani*, que ocasionan estrangulamiento en la base del tallo. Otra enfermedad observada fue el tizón temprano (*Alternaria solani*) seguida de una marchitez general de la planta y muerte de la misma en etapa adulta, de donde se aisló y determinó una especie no reconocida de *Fusarium* sp. como agente causal; por su parte, el análisis de tejido de las plantas con síntomas de virus mostró resultados positivos, siendo identificado dentro del grupo de los Geminivirus.

El análisis de varianza para ataque de damping-off mostró diferencias altamente significativas. El injerto I-LR no fue afectado por esta enfermedad, mientras que el tinguarque Ac fue el más susceptible. Con excepción de I-GAp, todos los demás injertos tendieron a una menor susceptibilidad, aunque sólo el injerto I-LR mostró diferencias con respecto al testigo (tomate - Jit) (Cuadro 5). Para la variable plantas afectadas por el complejo *Alternaria solani-Fusarium* sp. no se encontraron diferencias; no obstante, los materiales LR, I-GAp e I-ChAp no fueron afectados por este complejo de hongos, a diferencia de Jit (tomate) y Tab que presentaron el mayor porcentaje de incidencia (Cuadro 5). Por último, la incidencia de Geminivirus no mostró diferencias estadísticas ($P > 0.05$), de tal forma que los valores variaron entre 12.93% y 52.67% (Cuadro 5).

Cuando la incidencia de Geminivirus se evaluó con base en el nivel de daño, los resultados fueron diferentes, por ejemplo, los materiales con grado de daño 3 (daño medio) fueron I-GAp, Tab, GAp, I-ChAp, I-Tab y tomate (Jit) con porcentajes de plantas infectadas de 5.26% - 27.27%. Sólo los materiales GAp y Tab mostraron plantas con nivel 4 de daño (daño total), con 8.82% y 15.38%, respectivamente (Figura 2).

Cuadro 5. Incidencia de enfermedades (damping-off, complejo *Alternaria solani-Fusarium* sp. y Geminivirus) en injertos, tomate y tinguarques, Michoacán México.

Tratamientos	Damping off (%)	Complejo <i>Alternaria solani-Fusarium</i> sp. (%)	Geminivirus (%)
ChAp	22.33 bc †	5.55 a	36.00 a
GAp	29.66 bc	3.92 a	33.33 a
Ac	76.66 a	3.33 a	20.00 a
LR	10.00 cd	0.00 a	19.33 a
Jiq	18.33 bc	5.00 a	18.33 a
Tab	18.33 bc	5.00 a	32.33 a
I-ChAp	16.66 bc	0.00 a	30.33 a
I-GAp	46.00 ab	0.00 a	52.67 a
I-Ac	10.23 cd	5.12 a	12.93 a
I-LR	0.00 d	4.44 a	15.07 a
I-Jiq	8.33 cd	1.66 a	19.33 a
I-Tab	6.56 cd	6.66 a	21.00 a
Jit (tomate)	25.00 bc	16.66 a	17.03 a
DMS	12.20	5.75	8.37
CV (%)	30.71	87.34	42.26

† Medias con la misma letra dentro de columnas no difieren estadísticamente (Tukey, $P \leq 0.05$). DMS: Diferencia mínima significativa. CV: Coeficiente de variación.

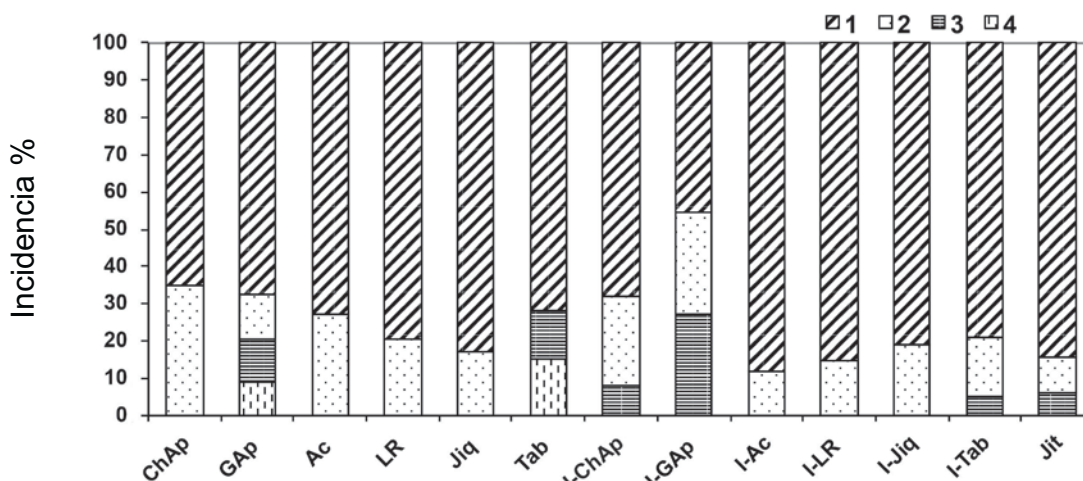


Figura 2. Distribución de niveles de daño de Geminivirus en diferentes epidemias de injertos, tomate y tinguaraques, Michoacán México.

En relación con la incidencia de enfermedades, es importante destacar el comportamiento del injerto I-LR, el cual no fue afectado por damping-off, sin embargo, el resultado no fue el mismo en los tinguaraques LR, ChAp, GAp, Ac, Jiq y Tab e inclusive Jit (tomate), ya que todos presentaron mayor susceptibilidad a la enfermedad (Cuadro 5). Aun así, se observó baja incidencia (6.56 - 16.66%) en los injertos I-Tab, I-Jiq, I-Ac e I-ChAp. Independientemente de la falta de significancia entre los materiales evaluados para el tizón temprano y marchitez por *Fusarium*, así como para incidencia de virus del grupo Geminivirus, si se observaron tendencias a respuestas diferentes entre materiales. Se destacaron los materiales I-ChAp, I-GAp y LR contra *Alternaria solani-Fusarium* sp. por la ausencia de síntomas de la enfermedad.

Aunque se esperaba que las plantas silvestres presentaran mayor tolerancia a las enfermedades, aparentemente la técnica de injerto favoreció el desarrollo de las plantas y su adaptación a las condiciones ambientales del sitio de estudio. Finalmente, se observó que la enfermedad viral afectó tinguaraques, injertos y tomate en los niveles 2, 3 y 4 (inicio de daño; daño medio y daño total), sin embargo, las plantas lograron desarrollarse.

Conclusión

El injerto de tomate en su pariente silvestre (*S. lycopersicum* var. *cerasiforme*) mostró

potencial en el manejo del cultivo. Mediante el injerto se redujo la incidencia de enfermedades sin demeritar las características agronómicas y físico-químicas de los frutos, ni el rendimiento por planta de la variedad cultivada de tomate. El injerto I-LR no fue afectado por damping-off, sin embargo, el resultado no fue el mismo en los tinguaraques LR, ChAp, GAp, Ac, Jiq y Tab e inclusive tomate (Jit), ya que todos presentaron mayor susceptibilidad a la enfermedad.

Referencias

- Álvarez-Hernández, J. C.; Cortez-Madrugal, H.; y García-Ruiz, I. 2009. Exploración y caracterización de poblaciones silvestres de jitomate (*Solanaceae*) en tres regiones de Michoacán México. *Polibotánica* 28:139 - 159.
- Choi, D. C.; Kwon, S. W.; Ko, B. R.; y Chou, J. S. 2002. Using chemical controls to inhibit axillary buds of *Lagermaria* rootstock for grafted watermelon (*Citrullus lanatus*). *Acta Hort.* 588:43 - 48.
- Coutinho, C. S.; Fermino, S. A. C.; Dos Santos, B. A.; Araújo, D. C. L.; y Da Silva, L. C. 2006. Potential of Hawaii 7996 hybrid as rootstock for tomato cultivars. *Bragantia* 65(1):89 - 96.
- Cürük, S.; Durgac, C.; Özdemir, B.; y Kurt, S. 2005. Comparisons of grafted biennial and conventional production systems for eggplant (*Solanum melongena* L.) varieties in a mediterranean region of Turkey. *Asian J. Plant Sci.* 4(2):117 - 122.
- Eigenbrode, S. D.; Trumble, J. T.; y Jones, R. A. 1993. Resistance to beet armyworm (*Spodoptera exigua* Hubner), hemipterans, and *Liriomyza* spp. in *Lycopersicon*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118:525 - 530.

- Esquinas-Alcázar, J. T. y Nuez, V. F. 1995. Situación taxonómica, domesticación y difusión del tomate. En: Nuez, V. F. (ed.). El Cultivo del tomate. Mundi-Prensa. Madrid, España. p. 16 - 19.
- Estañ, M. T.; Martínez-Rodríguez, M.; Pérez-Alfocea, F.; Flowers, T. J.; y Bolarin, M. C. 2005. Grafting raises the salt tolerance of tomato through limiting the transport of sodium and chloride to the shoot. *J. Exp. Bot.* 56(412):703 - 712.
- Fernández-García, N.; Martínez, V.; y Carvajal, M. 2004. Effect of salinity on growth, mineral composition, and water relations of grafted tomato plants. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 167:612 - 622.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, para adaptarlo a las condiciones de la República mexicana. 4ta. Ed. UNAM. D. F., México. 246 p.
- González-Chávez, M.; Shagardsky, T.; Barrios, O.; y Fraga, N. 2003. Comportamiento varietal del tomate ante el 'tizón temprano' en condiciones de campo. *Rev. Protección Veg.* 18(1):38 - 41.
- Hoyt, E. 1992. Conservando los parientes silvestres de las plantas cultivadas. Traducido al español por Forero, E. Addison-Wesley Iberoamericana. Delaware, Estados Unidos de América. 52 p.
- Khah, E. M.; Kalawa, E.; Mavromatis, A.; Chachalis, D.; y Goulas, C. 2006. Effect of grafting on growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in greenhouse and open-field. *J. Appl. Hortic.* 8(1):3 - 7.
- Kogan, M. 1990. La resistencia de la planta en el manejo de plagas. En: Metcalf, R. L. y Luckman, W. H. (eds.). Introducción al manejo integrado de plagas. Limusa-Noriega. México D.F.. p. 123 - 172.
- Lee, J. M. 1994. Cultivation of grafted vegetables. I. Current status, grafting methods and benefits. *Hortsci.* 29:235 - 239.
- Lee, J. M. 2003. Advances in vegetable grafting. *Chron. Hortic.* 43:13 - 19.
- Martínez, M. 1979. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. 1ra. ed. Fondo de Cultura Económica. México D. F. 1247 p.
- Nakaho, K.; Inoue, H.; Takayama, T.; y Miyagawa, H. 2004. Distribution and multiplication of *Ralstonia solanacearum* in tomato plants with resistance derived from different origins. *J. Gen. Plant Pathol.* 70:115 - 119.
- Nuez, F. 1995. Desarrollo de nuevos cultivares. En: Nuez, V. F. (ed.). El Cultivo del tomate. Mundi-Prensa. Madrid, España. p. 626 - 669.
- Peralta, I. E. y Spooner, D. M. 2000. Classification of wild tomatoes: a review. *Kurtziana* 28(1):45 - 54.
- Pérez, G. M.; Márquez, S. F.; y Peña, L. A. 1997. Mejoramiento genético de hortalizas. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 380 p.
- Quiroga, M. R.; Rosales, E. M.; y Rincon, E. P. 2007. Enfermedades causadas por hongos y nematodos en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en el municipio de Villaflores, Chiapas, Mexico. *Rev. Mex. Fitopat.* 25(2):114 - 119.
- Restrepo, S. E. F.; Vallejo, C. F. A.; y Lobo, A. M. 2008. Evaluación de poblaciones segregantes producidas a partir de cruzamientos entre tomate cultivado y la accesión silvestre PI134418 de *Solanum habrochaites* var. *glabratum* resistente al pasador del fruto. *Acta Agron.* 57(1):1 - 8.
- Rick, C. M. y Holle, M. 1990. Andean *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*. Genetic variation and its evolutionary significance. *Econ. Bot.* 44:69 - 78.
- Sánchez, P. P.; Oyama, K.; Núñez, F. J.; Formoni, J.; Hernández, V. S.; Márquez, G. J.; y Garzón, T. 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. *Gen. Res. Crop Evol.* 53:711 - 719.
- Santos, L. M.; Fontanetti, V. M.; Minami, K.; Tesarioli, N. J. 2000. Evaluation of graft supports for japanese cucumber. *Sci. Agric. (Brasil)* 57 (1).
- SAS. 1997. SAS/STAT User's Guide. Release 6.3 Edition. Cary, North Carolina 1028 p.
- Tigchelaar, E. C. 2001. Botánica y cultivo. En: Jones, J. B.; Jones, J. P.; Stall, R. E.; y Zitter, T. A. (eds.). Plagas y enfermedades del tomate. The American Phytopathological Society. Mundi-Prensa. Madrid, España. p. 2 - 4.
- Venema, J. H.; Dijk, B. E.; Bax, J. M.; Van-Hasselt, P. R.; y Elzenga, J. T. M. 2008. Grafting tomato (*Solanum lycopersicum*) onto the rootstock of a high-altitude accesión of *Solanum habrochaites* improves suboptimal-temperature tolerance. *Environ. Exp. Bot.* 63:359 - 367.
- Verdejo-Lucas, S.; y Sorribas, F. J. 2008. Resistance response of tomato rootstock SC 6301 to *Meloidogyne javanica* in plastic house. *Eur. J. Plant Pathol.* 121:103 - 107.
- Williamson, V. 1998. Root-knot nematode resistance genes in tomato and their potential for future use. *Ann. Rev. Phytopath.* 17:277 - 293.
- Zavaleta-Mejía, E. 1999. Alternativas de manejo de las enfermedades de las plantas. *Terra Latinoamericana* 17(3):201-207.