

## EFECTO DEL PATRÓN EN EL RENDIMIENTO Y TAMAÑO DE FRUTO EN PEPINO INJERTADO

## EFFECT OF ROOTSTOCK ON YIELD AND FRUIT SIZE IN GRAFTED CUCUMBER

Zamny Hernández-González, Jaime Sahagún-Castellanos\*, Policarpo Espinosa-Robles, M. Teresa Colinas-León y J. Enrique Rodríguez-Pérez

Instituto de Horticultura, Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Km 38.5 Carretera México-Texcoco. 56230, Chapingo, Estado de México, México.

\*Autor para correspondencia (jsahagunc@yahoo.com.mx)

## RESUMEN

Este estudio se basó en antecedentes de la aplicación comercial exitosa de la técnica del injerto, que reduce los daños causados por patógenos del suelo y sequía, además de mejorar la absorción de agua y nutrientes. Con el fin de investigar si el crecimiento y la productividad del pepino (*Cucumis sativus* L.) pueden mejorarse con el uso de injertos, se hizo un experimento en invernadero. Los tratamientos fueron: 1) Pepino sin injerto; 2) Pepino injertado sobre calabaza pipiana (*Cucurbita argyrosperma* K. Koch var. *stenosperma*); 3) Pepino injertado sobre chilacayote (*Cucurbita ficifolia* Bouché); y 4) Pepino injertado sobre estropajo (*Luffa cylindrica* L.). El diseño experimental fue completamente al azar con 20 repeticiones. La unidad experimental fue una maceta con una planta. Se encontraron diferencias ( $P \leq 0.05$ ) entre los efectos de los tratamientos en peso seco, área foliar y rendimiento de fruto. También se encontraron correlaciones positivas ( $P \leq 0.05$ ) entre el rendimiento de fruto y algunas variables de crecimiento. El pepino injertado en fresco, en tanto que el injerto de pepino en estropajo mostró un efecto negativo en todas las variables de crecimiento, rendimiento de fruto y acumulación de biomasa.

**Palabras clave:** *Cucumis sativus*, *Cucurbita ficifolia*, *Cucurbita argyrosperma*, *Luffa cylindrica*, injerto de aproximación.

## SUMMARY

This study tested if growth and fruit yield of cucumber (*Cucumis sativus* L.) could be improved by grafting, since the grafting technique has been successful in reducing soil-borne diseases, increasing drought resistance, and improving water and nutrient uptake. Plants were grown in a greenhouse and the following treatments applied, 1) Normal cucumber (not grafted); 2) Cucumber grafted on 'pipian' pumpkin (*Cucurbita argyrosperma* K. Koch var. *stenosperma*); 3) Cucumber grafted on figleaf gourd (*Cucurbita ficifolia* Bouché); and 4) Cucumber grafted on luffa (*Luffa cylindrica* L.). Treatments were distributed in a completely randomized design with 20 replications. The experimental unit was a potted plant. Differences among treatments ( $P \leq 0.05$ ) in leaf area, fruit weight per plant, and total biomass accumulation were found. Positive and significant ( $P \leq 0.05$ ) correlations between fruit yield and some variables were found as well. Pumpkin and figleaf gourd rootstocks favored a significant ( $P \leq 0.05$ ) increase in cucumber yield, while the luffa rootstock showed a negative effect on all growth variables and fruit yield.

**Index words:** *Cucumis sativus*, *Cucurbita ficifolia*, *Cucurbita argyrosperma*, *Luffa cylindrica*, tongue approach grafting.

## INTRODUCCIÓN

En México existen más de 6000 ha de invernadero en operación y 1700 ha en construcción; además, hay entre 2000 y 3000 ha de cultivos semi-protegidos, ya sean túneles o casas de malla sombra (SAGARPA, 2006). Las especies hortícolas con mayor área de cultivo y de alta rentabilidad en hidroponía en estos sistemas son: tomate (*Solanum lycopersicum* L.), melón (*Cucumis melo* L.), sandía (*Citrullus vulgaris* Schard), pimiento (*Capsicum annuum* L.) y pepino tipo europeo (*Cucumis sativus* L.), a pesar de sus altos costos de producción (Sánchez *et al.*, 2006).

El pepino es una hortaliza de alto impacto económico por ser un producto de exportación que se cultiva y consume en muchas regiones del mundo. Hay variedades de alto rendimiento y prácticas de manejo que permiten optimizar su producción bajo invernadero (Vasco, 2003; Gálvez, 2004). En México, es un cultivo importante por el consumo y producción, que contribuye en la generación de divisas y empleo. Los Estados de Sinaloa, Baja California, Michoacán y Morelos son los principales productores de esta hortaliza (SIAP, 2009).

Para incrementar la producción y calidad de hortalizas en México, se deben utilizar las tecnologías modernas disponibles. Entre éstas se encuentran el injerto y la agricultura protegida (invernaderos). Los cultivos en invernadero de tecnología media ofrecen al horticultor la ventaja de controlar con precisión el agua y fertilizantes aplicados a las plantas de acuerdo con su estado fenológico. También se puede controlar temperatura, ventilación, humedad, luminosidad, disponibilidad de CO<sub>2</sub>, e incidencia de insectos-plaga y de enfermedades, entre otras ventajas (Jones, 2008).

A la par del déficit de agua para riego que padece el campo, el cultivo intensivo ha propiciado la presencia de enfermedades en el sistema radical, lo que agrava la situación. Aunado a lo anterior, las restricciones en el uso de pesticidas como el bromuro de metilo incentivan el desarrollo e implementación de nuevas tecnologías que permitan al

agricultor afrontar el problema de patógenos habitantes del suelo. Por ello es prioritario encontrar técnicas eficientes de producción. En este contexto, el uso del injerto representa una técnica alternativa en el país (López-Eliás *et al.*, 2008).

El objetivo principal de cultivar plantas injertadas es controlar enfermedades provocadas por microorganismos del suelo, tales como *Fusarium* sp., *Verticillium* sp. y *Pyrenochaeta* sp., con el uso de patrones tolerantes. Con esta técnica, se aprovecha la tolerancia del sistema radical del patrón, su eficiencia para absorber agua y nutrientes, y las características productivas favorables de una variedad susceptible (Blancard *et al.*, 1991; Messiaen *et al.*, 1995).

La resistencia de las plantas injertadas está condicionada tanto por el patrón como por la variedad (Muller y Li, 2002); y aunque el vigor de la planta injertada suele ser intermedio entre el del patrón y la variedad, la influencia del patrón es mayor. El incremento en el vigor, que generalmente proporciona el patrón a la variedad, permite utilizar un menor número de plantas por unidad de superficie (Miguel, 1997). Algunas ventajas adicionales que se atribuyen a los injertos, son: mayor vigor radical y foliar, mayor aprovechamiento de agua y nutrientes por tener sistema radical más eficiente, resistencia a la salinidad y tolerancia a temperaturas bajas y altas (Lee, 2007). Sin embargo, también presenta desventajas, como el alto costo de las semillas de los portainjertos y los gastos de operación. El valor de una plántula injertada lista para el trasplante representa un incremento de 125 % en costo en relación con una plántula sin injertar (Kubota *et al.*, 2008).

El interés por los injertos por parte de los investigadores y agricultores ha aumentado en los últimos años, debido a que complementan las metodologías de desinfección del suelo. La tendencia actual es de disminuir el uso de productos químicos agresivos con el ambiente, como el del bromuro de metilo que desde el 2005 está siendo eliminado gradualmente.

Acerca del potencial como patrón de algunas especies como la calabaza pipiana (*Cucurbita argyrosperma* K. Koch var. *stenosperma*), chilacayote (*Cucurbita ficifolia* Bouché) y estropajo (*Luffa cylindrica* L.), se han hecho investigaciones. Sin embargo, hay espacios en que se requiere más conocimiento. En particular, es importante generar información científica referente a la calidad como patrón del germoplasma nativo de México. El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de evaluar el efecto de tres patrones obtenidos de colectas de materiales criollos nativos mexicanos de cucurbitáceas en cuanto a producción de biomasa, rendimiento y tamaño de fruto en pepino injertado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Localización geográfica.** El experimento se desarrolló en un invernadero ubicado a 19° 29' 22" LN y 98° 52' 25" LO, a 2264 m sobre el nivel del mar.

**Conducción del experimento.** La siembra en el semillero se hizo en el mes de junio de 2009. El día 8 se sembraron las semillas de estropajo; el día 12 se sembró el cultivar híbrido de pepino tipo americano para rebanar 'Solverde', ginoico, color verde oscuro, cuya longitud de fruto es de 18 a 20 cm; y el día 18 se sembraron las semillas de los patrones de calabaza y chilacayote; este desfase se hizo para uniformizar los diámetros de tallo (patrón-injerto) al momento de hacer el injerto. Las semillas de los patrones fueron colectas regionales en el municipio de Yanhuitlán, Oaxaca (chilacayote y estropajo) y en el municipio de Teloapan, Guerrero (calabaza pipiana). Cada especie se sembró en una charola de poliestireno de 200 cavidades y como sustrato se utilizó turba ("Cosmo peat").

El injerto tipo aproximación se realizó cuando apareció la primera hoja verdadera de los tres patrones y del cultivar de pepino 'Solverde', según el procedimiento descrito por Lee (1994). Posteriormente, las plantas injertadas se pasaron a la cámara de prendimiento construida especialmente para dicho propósito, que consistió en una estructura tubular de 4 m de largo x 0.70 m de alto x 0.60 m de ancho, cubierta con plástico blanco lechoso (40 % de sombra) y con dos micro-aspersores con separación de 2 m entre sí, ubicados en la línea media del techo de la cámara.

Para dar las condiciones de humedad y temperatura necesarias para el prendimiento, diariamente se aplicaron ocho riegos, cada uno con duración de 1 min. En los primeros 3 d después de hacer el injerto se colocó una malla sombra para aportar 30 % de sombra a la cámara y así disminuir la intensidad de la luz a 6000 lx y con ello evitar la deshidratación de los tejidos. Los injertos se pasaron a vasos de poliestireno expandido de 250 mL de volumen para su posterior trasplante. Las plantas injertadas se mantuvieron 14 d bajo condiciones controladas (90 a 95 % de humedad relativa, 24 a 26 °C y 45 % de sombra).

Los tratamientos establecidos en el invernadero fueron: 1) pepino sin injerto, testigo; 2) pepino injertado sobre calabaza pipiana; 3) pepino injertado sobre chilacayote; y 4) pepino injertado sobre estropajo. Las plántulas injertadas y sin injertar se trasplantaron el 16 de julio (20 d después de hacer el injerto), en un invernadero tipo "Full-Vent" con cubierta de plástico lechoso (30 % de sombra), en bolsas de polietileno negro de 30 x 35 cm. Las bolsas se llenaron con arena de tezontle (espuma volcánica) y se hicieron 16 perforaciones de 1 cm de diámetro en la parte inferior para

permitir el drenaje del exceso de agua.

Una vez realizado el trasplante, la planta se desarrolló bajo un sistema hidropónico dentro del invernadero. Para el riego se utilizó la solución nutritiva de Steiner (1961). En el primer mes se aplicaron cuatro riegos por día, cada uno de 3 min. Posteriormente se incrementaron a cinco riegos de 4 min cada uno. A los 50 d después del trasplante (ddt) se aplicó un gasto de 1.5 L d<sup>-1</sup>, alternados con riegos semanales con agua acidulada a pH 5.5 con duración de 10 min.

Las bolsas se dispusieron en dos hileras separadas a 0.90 m y 0.50 m entre plantas de centro a centro de cada bolsa, según un diseño completamente al azar con 20 repeticiones. La unidad experimental fue una bolsa con una planta. Las plantas se condujeron a un solo tallo con soporte vertical con hilo de rafia. La cosecha se hizo semanalmente (frutos con tamaño de 20 a 30 cm de largo, de superficie cilíndrica lisa y recta, color verde oscuro y uniforme, sin amarilleo), y al mismo tiempo se midieron diversas variables. El primer corte se llevó a cabo a los 43 d después del trasplante (ddt) en todos los tratamientos, y el fin de cosecha fue a los 82 ddt.

**Variables evaluadas.** Durante el experimento se midieron las siguientes variables: 1) altura de planta (cm) al fin de cosecha, desde el nivel del sustrato hasta la parte superior de la planta; 2) diámetro de tallo (cm), en el primer entrenudo de la planta; longitud del entrenudo (cm), por arriba del primer fruto formado; 4) número total de hojas; 5) área foliar (cm<sup>2</sup>), medida con el programa Image Tools (Wilcox *et al.*, 2002); 6) número y peso fresco de frutos por planta (suma de los números y pesos de frutos de todos los cortes); 7) diámetro ecuatorial (cm); 8) longitud del fruto (cm); 9) peso seco (g) de raíces, tallos, hojas y frutos. La raíz y el vástago de cinco plantas por tratamiento al azar fueron seccionados y secados a la intemperie para posteriormente colocarlas en una estufa a 72 °C por 48 h hasta peso constante.

**Análisis estadístico.** En cada variable se hizo un análisis

de varianza (ANDEVA) y una prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$  o  $P \leq 0.01$ ); asimismo se evaluó la asociación significativa entre las variables de cada par posible (coeficientes de correlación de Pearson), mediante el paquete estadístico SAS (SAS Institute, 2006).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las temperaturas en el invernadero durante el experimento fluctuaron entre 14 y 32 °C. Los días a floración no se vieron afectados por el patrón, y en promedio de todos los tratamientos transcurrieron 43 ddt hasta el inicio de la floración. Sólo en diámetro de tallo, área foliar, peso fresco de fruto por planta, peso seco de raíz y del vástago se mostraron significancia ( $P \leq 0.05$ ) en los cuadrados medios del ANDEVA (datos no presentados).

### Efecto del patrón en las variables morfológicas

Para el área foliar sólo se encontró diferencia estadística ( $P \leq 0.05$ ) entre las medias de los patrones de estropajo y calabaza. El patrón estropajo indujo la menor área foliar (Cuadro 1). Debido a que el ANDEVA no detectó significancia ( $P \leq 0.05$ ) en altura de planta, longitud de entrenudos y número de hojas, se infiere que la forma y el porte del injerto fueron similares en todos los tratamientos. Resultados similares para longitud de tallo reportaron Salam *et al.* (2002) para sandía entre plantas injertadas y no injertadas. También en sandía Chouka y Jebari (1999) encontraron una respuesta semejante en longitud de entrenudos.

El pepino injertado en calabaza produjo el mayor diámetro de tallo (0.83 cm) y la mayor área foliar (80 dm<sup>2</sup>), pero solamente superó ( $P \leq 0.05$ ) al patrón estropajo que mostró 0.53 cm y 34 dm<sup>2</sup>, respectivamente. Los tratamientos, sin embargo, no difirieron ( $P \leq 0.05$ ) en altura de planta, longitud de entrenudos y número de hojas, aunque se esperaba que hubiera algún reflejo de las diferencias observadas en diámetro de tallo y área foliar. La diferencia en diámetro de tallo podría estar asociada con diferencias en vigor de los patrones utilizados.

**Cuadro 1. Comparación de medias de cuatro variables de crecimiento en pepino cv. 'Solverde' sin injerto e injertado. Chapingo, Estado de México, 2009.**

Patrón	Altura de planta (m)	Diámetro de tallo (cm)	Longitud de entrenudos (cm)	Número de hojas	Área foliar (dm <sup>2</sup> )
Calabaza	2.22 a <sup>†</sup>	0.83 a	8.26 a	27.50 a	80 a
Chilacayote	2.21 a	0.61 ab	7.66 a	28.00 a	52 ab
Estropajo	1.58 a	0.53 b	6.61 a	22.50 a	34 b
Pepino (Testigo)	2.00 a	0.60 ab	7.30 a	24.25 a	48 ab
DMSH	0.9	0.26	2.78 a	11.02	37

<sup>†</sup>Medias con la misma letra en una columna son iguales estadísticamente (Tukey, 0.05). DMSH: diferencia mínima significativa honesta.

Los resultados de esta investigación en área foliar coinciden parcialmente con los de Daunay y Malet (1986); y tienen estrecha relación con los de Yamasaki *et al.* (1994) quienes encontraron que la longitud de la lámina de la hoja fue más grande en melón injertado y sin injertar en *Langenaria siceraria*, que en plantas injertadas en el híbrido interespecífico ‘Shintoza’ (*Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata*).

**Efecto del patrón en el rendimiento y tamaño de fruto**

Sólo el peso de fruto en fresco por planta presentó diferencias estadísticas (Cuadro 2). El peso de fruto en fresco del pepino injertado en calabaza superó al del injertado en estropajo y al del pepino sin injerto. Esto sugiere que la capacidad de absorción y traslocación de agua y nutrientes fue mayor en este patrón (calabaza). De hecho, el comportamiento relativo entre las medias de rendimiento de fruto fue prácticamente igual al de las medias de área foliar, excepto que en área foliar el pepino sin injertar no difirió estadísticamente del injertado en calabaza.

El pobre desempeño productivo del pepino injertado en estropajo, puede atribuirse a la presencia de algún tipo de incompatibilidad en la zona del injerto entre el patrón estropajo y el cultivar de pepino. Al respecto, Gómez *et al.* (1993) descartaron a los patrones *Langenaria vulgaris* y *Luffa cylindrica* por incompatibilidad y poca afinidad con un cultivar de melón. En un estudio de evaluación de patrones para sandía, Alan *et al.* (2007) encontraron que las plantas no injertadas produjeron menor rendimiento ( $P \leq 0.05$ ) que las plantas injertadas.

Este efecto fue observado también por Nijs (1981) quien reportó un incremento cercano a 200 % en el rendimiento precoz de algunos cultivares y líneas de pepino injertado en *Cucurbita ficifolia* L. Por su parte, Hoyos-Echebarria *et al.* (2001) observaron que el pepino cv. ‘Serena’ redujo su precocidad cuando fue injertado sobre *C. maxima*, *C. maxima* x *C. moschata*, *C. pepo* y *C. ficifolia*. La falta de significancia estadística observada en este estudio entre el número y diámetro de frutos, también fue observada por Yamasaki *et al.* (1994) en *Langenaria siceraria*.

metro de frutos, también fue observada por Yamasaki *et al.* (1994) en *Langenaria siceraria*.

Otros investigadores han indicado que el injerto incrementa el rendimiento (Chouka y Jebari, 1999; Salam *et al.*, 2002; Miguel *et al.*, 2004). Esto pudiera deberse a que las plantas injertadas poseen tolerancia a bajas temperaturas y a la salinidad, mayor absorción de agua y nutrientes, o ser tolerantes a enfermedades por hongos patógenos habitantes del suelo (Rivero *et al.*, 2003). En el presente estudio no se detectaron enfermedades provocadas por hongos patógenos a nivel de raíz durante todo el ciclo de cultivo.

Se ha reportado que el injerto puede tener efectos adversos en la calidad de fruto, lo que depende especialmente del patrón (Lee, 1994; T-Nissini *et al.*, 2002; Traka-Mavrona *et al.*, 2000). A pesar de que el estropajo no es un patrón promisorio, en este estudio no se puede afirmar que provocó una disminución del tamaño del fruto, ya que no se detectaron diferencias estadísticas ( $P \leq 0.05$ ) en longitud del fruto ni en diámetro ecuatorial (Cuadro 2), variables que son factores de calidad en pepino tipo “fancy”. Resultados similares fueron reportados por Yetisir y Sari (2003) y Miguel *et al.* (2004).

De su revisión del tema, Muramatsu (1981) encontró que sobre los cultivos como el pepino que son cosechados inmaduros existen escasos reportes de efectos negativos del injerto sobre la calidad del fruto, aunque hubo un incremento en su firmeza y acortamiento del ciclo. Sin embargo, estudios posteriores mostraron que diferentes patrones afectan características de calidad como forma de fruto, color y textura de la piel y del fruto, suavidad de la piel, firmeza, delgadez de la cáscara y contenido de sólidos solubles (Choi *et al.*, 1992; Inayama, 1989; Kang *et al.*, 1992). Además, Zhu *et al.* (2006) señalaron que el injerto incrementa el contenido de ácido ascórbico en pepino.

Las cucurbitáceas usualmente presentan un aumento significativo de savia de xilema después del corte a la vareta,

**Cuadro 2. Comparación de medias de cuatro variables de rendimiento y tamaño de fruto de pepino cv. ‘Solverde’ sin injerto e injertado. Chapingo, Estado de México. Verano 2009.**

Patrón	Número de frutos/planta	Peso de fruto/planta (kg)	Longitud de fruto (cm)	Diámetro ecuatorial de fruto (cm)
Calabaza	21.25 a <sup>†</sup>	4.31 a	19.00 a	4.20 a
Chilacayote	20.00 a	2.65 ab	18.87 a	4.90 a
Estropajo	11.25 a	1.40 b	16.01 a	4.96 a
Pepino (testigo)	11.25 a	1.50 b	15.68 a	4.39 a
DMSH	11.50	2.62	6.33	2.80

<sup>†</sup>Medias con la misma letra en una columna son iguales estadísticamente (Tukey, 0.05). DMSH: diferencia mínima significativa honesta.

debido a la influencia del patrón. Esta savia contiene una alta concentración de minerales, sustancias orgánicas y hormonas vegetales (citocininas y giberelinas) que favorecen el proceso de unión del injerto (Biles *et al.*, 1989; Kato y Lou, 1989; Masuda y Gomi, 1982; Masuda *et al.*, 1981). La influencia del injerto en la absorción y traslocación de fósforo, nitrógeno, magnesio y calcio ha sido ampliamente documentada (Gluscenko y Drobkov, 1952; Ikeda *et al.*, 1986; Kim y Lee, 1989; Ruiz *et al.*, 1997; Pulgar *et al.*, 2000). Hu *et al.* (2006) sugirieron que la captación de nutrientes en plantas injertadas incrementa la fotosíntesis.

### Efecto del patrón en la acumulación de biomasa

El Cuadro 3 muestra las medias de peso seco de raíz y de vástago. La biomasa media del pepino injertado en chilacayote superó estadísticamente a las medias de los tratamientos restantes excepto a la del patrón de calabaza, y produjo mayor acumulación de materia seca en el vástago y raíz, lo que sugiere un incremento en el vigor de la planta. En términos generales, el comportamiento estadístico entre las medias del pepino injertado en chilacayote con el injertado en calabaza, estropajo y en el pepino no injertado mostraron la misma tendencia ( $P \leq 0.05$ ).

**Cuadro 3. Medias de acumulación de materia seca en raíz y vástago de pepino cv. 'Solverde' sin injerto e injertado. Chapingo, Estado de México. Verano 2009.**

Patrón	Peso seco (g)	
	Raíz	Vástago
Calabaza	2.45 ab <sup>†</sup>	87.5 ab
Chilacayote	5.04 a	119 a
Estropajo	2.10 b	49.2 b
Pepino (testigo)	2.07 b	50.6 b
DMSH	2.75	65.4

<sup>†</sup>Medias con la misma letra en una columna son iguales estadísticamente (Tukey, 0.05). DMSH: diferencia mínima significativa honesta.

En general, tanto la calabaza como el chilacayote tuvieron un mayor sistema radical que el estropajo y pepino, diferencia que podría promover al crecimiento y rendimiento del vástago. El vigor de la parte aérea de la planta está íntimamente relacionado con el sistema de raíces que debe proveer suficiente agua y nutrimentos al vástago. Un sistema vigoroso de raíces del patrón es a menudo capaz de absorber agua y nutrimentos más eficientemente que las raíces del propio cultivar, y podría servir como un proveedor de hormonas endógenas (Kurata, 1994; Pulgar *et al.*, 2000). Estas consideraciones generales se reflejan en el mayor rendimiento de fruto observado en el pepino injertado en ca-

labaza y chilacayote ( $P \leq 0.05$ ), en relación al del pepino sin injertar (Cuadro 2). Shimada y Moritani (1977) reportaron que plantas de pepino injertadas sobre patrones de calabaza produjeron más materia seca que las plantas no injertadas. Injertos de sandía sobre calabaza aumentaron el desarrollo de la raíz y la parte vegetativa de la planta, generaron una cosecha precoz, y un incremento del rendimiento y la calidad de fruto (Chouka y Jebari, 1999).

### Correlaciones entre variables

En este estudio se observó que el diámetro del tallo se correlacionó positivamente ( $r = 0.75^*$ ) con la longitud de entrenudos y con el peso de fruto en fresco ( $r = 0.59^*$ ) (Cuadro 4). En este contexto, González *et al.* (2003) observaron que el diámetro del tallo del patrón es determinante en el éxito de los injertos, porque está asociado con la regeneración de haces vasculares. El peso de fruto por planta se correlacionó positiva y significativamente ( $P \leq 0.05$ ) con la altura de planta ( $r = 0.63^*$ ), diámetro de tallo ( $r = 0.59^*$ ), longitud de entrenudos ( $r = 0.57^*$ ) y número de hojas ( $r = 0.54^*$ ), lo cual muestra que estos caracteres son importantes para este sistema de producción. Además, la altura de planta se correlacionó positivamente y significativamente ( $P \leq 0.05$ ) con el diámetro de tallo ( $r = 0.59^*$ ), longitud de entrenudos ( $r = 0.50^*$ ), y número de hojas ( $r = 0.94^{**}$ ). El número de frutos por planta se correlacionó positivamente y significativamente ( $P \leq 0.05$ ) con el número de hojas ( $r = 0.86^{**}$ ) y la altura de la planta ( $r = 0.63^*$ ).

### CONCLUSIONES

El pepino injertado en calabaza y chilacayote produjo mayor acumulación de biomasa, vigor en el vástago, rendimiento y tamaño de frutos. Sin embargo, esto no ocurrió en el pepino injertado en estropajo, que mostró un efecto negativo y valores más bajos para estas variables.

### BIBLIOGRAFÍA

- Alan O., N. Ozdemir and Y. Gunen (2007) Effect of grafting on watermelon plant growth, yield and quality. *Journal of Agronomy* 6:362-365.
- Biles C. L., R. D. Martin and H. D. Wilson (1989) Isozymes and general proteins from various watermelon cultivars and tissue types. *HortScience* 24:810-812.
- Blancard D., H. Lecoq y M. Pitrat (1991) Enfermedades de las Cucurbitáceas: Observar, Identificar, Luchar. Mundi-Prensa. Madrid, España. 301 p.
- Choi J. S., K. R. Khang, K. H. Khang and S. S. Lee (1992) Selection of cultivars and improvement of cultivation techniques for promoting export of cucumbers (in Korean with English summary). Res. Rpt. Min. Sci. Technol. Seoul, Republic of Korea. p. 74.
- Chouka A. S. and H. Jebari (1999) Effect of grafting on watermelon on vegetative and root development, production and fruit quality. *Acta Horticulturae* 492:85-93.
- Daunay M. and P. Malet (1986) Influences réciproques des racines et des parties aériennes sur le rendement de l'aubergine (*Solanum melongena* L.): résultats de greffages inter-variétaux. *Agronomie* 6:293-297.

**Cuadro 4. Coeficientes de correlación posibles entre las variables evaluadas en plantas de pepino cv. ‘Solverde’ sin injerto e injertado. Chapingo, Estado de México. Verano 2009.**

	AP	DT	LE	NH	NFP	PPF	DF	LF	AF
AP									
DT	0.59*								
LE	0.50*	0.75*							
NH	0.94**	0.44	0.34						
NFP	0.82**	0.31	0.26	0.86**					
PPF	0.63*	0.59*	0.57*	0.54*	0.45				
DF	0.04	-0.30	-0.24	0.24	0.21	-0.28			
LF	0.35	0.28	0.06	0.40	0.22	0.16	0.47		
AF	0.29	0.49	0.32	0.30	0.07	0.41	0.02	0.42	

\*, \*\* P ≤ 0.05 y 0.01, respectivamente. AP = altura de planta (m); DT = diámetro de tallo (cm); LE = longitud de entrenudos (cm); NH = número de hojas; NFP = número de frutos por planta; PPF = peso fresco por planta (kg); DF = diámetro de fruto (cm); AF = área foliar (dm<sup>2</sup>).

**Gálvez H. F. (2004)** El cultivo de pepino en invernadero. In: Manual de Producción Hortícola en Invernadero, 2a ed. R J Castellanos (ed). INTAGRI. Celaya, Guanajuato. México. pp: 282-293.

**Gluscenko I. E. and A. A. Drobkov (1952)** Introduction and distribution of radioactive elements in grafted plants and their effect on the development of tomato [in Russian]. *Izv. Akad. Nauk S.S.R.R. Series Biology*. 6:62-66.

**Gómez J., I. Cuadrado y V. Velasco (1993)** El virus de las manchas necróticas del melón (MNSV) en Almería. III. Eficacia del injerto del melón para combatir el MNSV. *Boletín Sanidad Vegetal*. Plagas 19:187-192.

**González J. M., F. Radillo, F. F. Martínez y M. Bazán (2003)** Evaluación de diferentes portainjertos en el desarrollo vegetativo del cultivo de la sandía (*Citrullus lanatus*) variedad Tri-x 313. In: Memorias del X Congreso Nacional de la Sociedad de Ciencias Hortícolas. Chapingo, México. pp:43-49.

**Hoyos-Echebarria P., J. A. Fernández, P. F. Martínez and N. Castilla (2001)** Influence of different rootstocks on the yield and quality of greenhouses grown cucumbers. *Acta Horticulturae* 559:139-143.

**Hu C. M., Y. L. Zhu, L. F. Yang, S. F. Chen and Y. M. Huang (2006)** Comparison of photosynthetic characteristics of grafted and own-root seedling of cucumber under low temperature circumstances. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*. 26:247-253.

**Ikeda H., O. Shinji and A. Kazuo (1986)** The comparison between soil and hydroponics in magnesium absorption of grafting cucumber and the effect of increased application of magnesium. *Bulletin of the National Vegetable Research Institute of Japan* 9:31-41.

**Inayama M. (1989)** Influences and problems of ‘blooniless’ cucumber [in Japanese]. *Asai Engei Gijyutu* 16:7-39.

**Jones B. (2008)** Tomato plant culture. CRC Press. 2nd ed. New York, USA. pp:1-35.

**Kang K. S., S. S. Choi and S. S. Lee (1992)** Studies on rootstocks for stable production of cucumber. *Korean Society of Horticultural Science* 19:122-123.

**Kato T. and H. Lou (1989)** Effect of rootstock on the yield, mineral nutrition and hormone level in xylem sap in eggplant. *Journal Japanese Society Horticultural Science* 58:345-352.

**Kim S. F. and L. M. Lee (1989)** Effect of rootstocks and fertilizers on the growth and mineral contents in cucumber (*Cucumis sativus* L.). Res. Collection, Institute Food Development Kyung Hee University Korea 10:75-82.

**Kubota C. M., N. McClure, M. G. Kokalis-Burelle and E. N. Rosskopf (2008)** Vegetable grafting: history, use and current technology status in North America. *HortScience* 43:235-239.

**Kurata S. (1994)** Cultivation of grafted vegetables II. Development of grafting robots in Japan. *Horticultural Science* 29:240-244.

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

**Lee S G. (2007)** Production of high quality vegetable seedling grafts. *Acta Horticulturae* 759:169-174.

**López-Elías J., A. Francisco-Romo y G. J. Domínguez (2008)** Evaluación de métodos de injerto en sandía (*Citrullus lanatus* (thunb.) Matsum. & Nakai) sobre diferentes patrones de calabaza. *IDE-SA* 2: 13-18.

**Masuda M. and K. Gomi (1982)** Diurnal changes of the exudation rate and the mineral concentration in xylem sap after decapitation of grafted and non-grafted cucumber (in Japanese with English summary). *Journal Japanese Society Horticultural Science* 51:293-298.

**Masuda M., T. Nakamura and K. Gomi (1981)** Studies on the characteristics of nutrient absorption of rootstocks in grafting of fruit vegetables. II. Effect of rootstock, *Cucurbita ficifolia* on the growth and mineral composition of xylem sap in cucumber in relation to potassium concentration in culture system. *Bulletin Faculty Agricultural. Miyazaki University. Miyazaki, Japan* 27:197-214.

**Messiaen C., D. Blancard, F. Rouxel y R. Lafon (1995)** Enfermedades de las HortalizasMundi-Prensa, Madrid, España 576p.

**Miguel A. (1997)** Injerto de Hortalizas. Generalitat Valenciana. Federico Doménech S. A. Valencia, España 88p.

**Miguel A., J. V. Maroto, C. San Bautista, V. Baixauli, B. Cebolla, S. Pascual and J. L. Guardiola (2004)** The grafting of triploid watermelon is an advantageous alternative to oil fumigation. *Scientia Horticulturae* 103:9-17.

**Muller D. S. and S. Li (2002)** Use of aeroponic chambers and grafting to study partial resistance to *Fusarium solani* f. sp. *Glycines* in soybean. *Plant Disease* 86:1223-1226.

**Muramatsu V. (1981)** Problems on vegetable grafting [in Japanese]. *Shi-setu Engei* 10:48-53:11:46-52.

**Nijs A. P. M. (1981)** The effects of grafting on growth and early production of cucumbers at low temperature. *Acta Horticulturae* 118: 57-64.

**Pulgar G., G. Villora, D. A. Moreno and L. Romero (2000)** Improving the mineral nutrition in grafted watermelon plants: Nitrogen metabolism. *Biology Plantarum* 43:607-609.

**Rivero M., M. Ruiz and L. Romero (2003)** Role of grafting in horticultural plants under stress conditions. *Food Agricultural Environment* 1:70-74.

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

**SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (2006)** www.sagarpa.gob.mx (Mayo 2006).

**Salam M. A., M. I. Masum, S. S. Chowdhuiy, M. A. Saddeqtie and M. R.**

- Islam (2002)** Growth and yield of watermelon as influenced by grafting. *International Journal of Biological Sciences* 2:298-299.
- Sánchez Del C. F., E. Moreno P., E. Contreras M. y E. Vicente G. (2006)** Reducción del ciclo de crecimiento en pepino europeo mediante trasplante tardío. *Revista Fitotecnia Mexicana* 29:87-90.
- SAS (2006)** Statistical Analysis Sistem. SAS Institute Inc. Version 9. North Caroline. USA.
- Shimada N. and M. Moritani (1977)** Nutritional studies on grafting of horticultural crops. (2) Absorption of minerals from various nutrient solutions by grafted cucumber and pumpkin plants. *Journal Japan Society Soil Science. Plant Nutrition* 48:396-401.
- SIAP, Servicio de Información Estadística Agroalimentaria y Pesquera (2009)** Avances de siembras y cosechas, año agrícola 2009. Online: <http://www.siap-sagarpa.gob.mx> (Noviembre de 2010).
- Steiner A. A. (1961)** A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. *Plant and Soil* 2:134-154.
- T-Nissini P., G. Colla, E. Granati, O. Temperini, P. Crino and F. Saccardo (2002)** Rootstock resistance to fusarium wilt and effect on fruit yield and quality of two muskmelon cultivars. *Scientia Horticulturae* 93:281-288.
- Traka-Mavrona E. M., M. Koutsika-Sotiriou and T. Pritsa (2000)** Response of squash (*Cucurbita spp.*) as rootstock for melon (*Cucumis melo L.*). *Scientia Horticulturae* 83:353-362.
- Vasco M. R. (2003)** El cultivo del pepino bajo invernadero. In: *Técnicas de Producción en Cultivos Protegidos*. F F Camacho (ed). Caja Rural Intermediterránea, Cajamar. Almería, España. pp: 691-722.
- Wilcox C. D., S. B. Dove, W. M. Doss and D. B. Greer (2002)** UTHSCSA Image tool. IT Version 3.0. Department of Dental Diagnostic Science. University of Texas Health Science Center. San Antonio, Texas, USA. 57p.
- Yamasaki A., M. Yamashita and S. Furuya (1994)** Mineral concentrations and cytokinin activity in the xylem exudate of grafted watermelons as affected by rootstocks and crop load. *Journal Japan Society Horticultural Science* 62:817-826.
- Yetisir H. and N. Sari (2003)** Effect of different rootstock on plant growth, yield and quality of watermelon. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 43:1269-1274.
- Zhu I., Z. L. Bie, Y. Huang and X. Y. Han (2006)** Effects of different grafting methods on the grafting work efficiency and growth of cucumber seedlings. *China Vegetables* 9:24-25.