

## Producción de sandía con portainjertos en suelos infestados con el virus de la mancha necrótica del melón

Felipe Alejandro García-López<sup>1</sup>  
Diego R. González-Eguiarte<sup>1§</sup>  
Ramón Rodríguez-Macías<sup>1</sup>  
Patricia Zarazúa-Villaseñor<sup>1</sup>  
María Victoria Huitrón-Ramírez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Doctorado BEMARENA-Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias-Universidad de Guadalajara. Camino Ramón Padilla Sánchez 2100, Nextipac, Zapopan, Jalisco. CP. 44600. Tel. 01 (33) 37771150. (fgarcia@ucol.mx; pzarazua@cucba.udg.mx; ramonrod@cucba.udg.mx).

<sup>2</sup>Departamento de Ciencias Ambientales-Instituto Tecnológico de Colima. Avenida Tecnológico 128, Villa de Álvarez, Colima. CP. 28976. Tel. 01(312) 3126393. (victoria.huitron@itcolima.edu.mx).

§Autor para correspondencia: diegonz@cucba.udg.mx.

### Resumen

México es uno de los principales productores de sandía a nivel mundial. Pero la presencia de patógenos del suelo como nematodos, *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* y el virus de la mancha necrótica del melón (MNSV) representan un serio problema para los productores. El uso de plantas injertadas es una buena alternativa para hacer frente a estos problemas, ayudando a incrementar el rendimiento y calidad en sandía. Los portainjertos de sandía silvestre (*Citrullus lanatus* var. *citroides*) han demostrado ser eficaces para el control de la mayoría de las enfermedades que se transmiten a través del suelo, además de tener alta resistencia a nematodos; no obstante, no se tiene registro sobre su resistencia al MNSV. Se realizaron dos experimentos para evaluar la resistencia al MNSV de portainjertos para sandía. En el experimento 1 se evaluaron los portainjertos de híbridos interespecíficos “RS-841” “Ercole” (*Cucurbita maxima* × *Cucurbita moschata*) y de sandía silvestre los portainjertos “Robusta”, “RS0272” y “RS1833”. En el experimento 2 se evaluaron los portainjertos “RS-841”, “Ercole” y “Robusta”. En ambos casos en suelos infestados con MNSV. Los portainjertos de sandía silvestre fueron altamente susceptibles al MNSV, en cambio los híbridos interespecíficos mostraron resistencia a esta enfermedad. El portainjerto “RS-841” fue el que produjo los frutos de mejor calidad. El rendimiento fue inferior con diferencia significativa cuando se utilizaron los portainjertos de sandía silvestre.

**Palabras claves:** *Oplidium bornovanus*, injertos, MNSV, sandías silvestres.

Recibido: enero de 2018

Aceptado: febrero de 2018

## Introducción

México ocupa el décimo lugar como productor de sandía [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai] a nivel mundial (FAOSTAT, 2016). No obstante, el potencial productivo de México se ve disminuido, debido principalmente a la presencia de enfermedades transmitidas a través del suelo (ETTS) como *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*, nematodos y el virus de la mancha necrótica del melón (MNSV). Este último ha causado graves pérdidas en la producción de sandía, debido a que ocasiona la muerte repentina de la planta antes o durante la cosecha, incrementando su patogenicidad cuando se asocia con el hongo vector *Olpidium bornovanus* (Guirado *et al.*, 2009).

Este virus ataca cultivos de pepino (*Cucumis sativus* L.), melón (*Cucumis melo* L.) y sandía, en países como España, Túnez, Brasil, Guatemala, Honduras, Panamá, Estados Unidos y en México en los estados de Sinaloa y Colima (Herrera-Vásquez *et al.*, 2010). Para incrementar la producción y hacer más rentables los cultivos, en México se ha optado por utilizar plantas injertadas para la producción de cultivos como melón, tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y pimiento (*Capsicum annuum* L.) (García-Rodríguez, 2010; Ricárdez-Salinas *et al.*, 2010; Osuna-Ávila *et al.*, 2012). En sandía se reportan incrementos en la producción de hasta 115% cuando se utilizan plantas injertadas en suelos infestados con MNSV (Huitrón-Ramírez *et al.*, 2009).

A pesar de las ventajas conocidas sobre el uso de plantas injertadas, también existen inconvenientes, algunas combinaciones de variedades y portainjertos pueden provocar modificaciones en la textura, el color, el tamaño del fruto, el contenido de azúcares, así como una mayor incidencia de fisiopatías (Davis y Perkins-Veazie, 2005; Crinò *et al.*, 2007; King *et al.*, 2010).

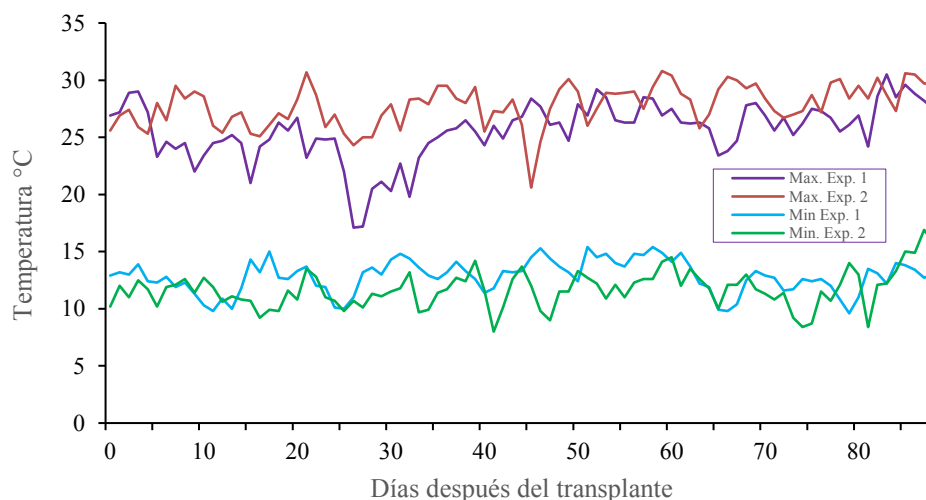
Las sandías suelen ser injertadas sobre híbridos interespecíficos de *Cucurbita maxima* Duchesne x *Cucurbita moschata* Duchesne, debido a su vigorosa raíz y a su resistencia a ETTS; sin embargo, varios autores han reportado que los frutos de sandía de plantas injertadas con estos portainjertos tienden a poseer un pH menor, mayor firmeza de pulpa, variación en tamaño y un sabor insípido (Colla *et al.*, 2006; Davis *et al.*, 2008; Kyriacou *et al.*, 2016). Por esto, algunos productores manifiestan cierto rechazo a adoptar esta técnica, debido principalmente a los parámetros de calidad con los que el fruto debe cumplir para poder ser exportado a Estados Unidos de América.

En sandía se busca uniformidad en el tamaño, con poca variación y de consistencia firme. El contenido de azúcares debe ser superior a 8%, y se considera de muy buena calidad cuando supera 10% (USDA, 2006). Los portainjertos de *Citrullus lanatus* var *citroides* (sandía silvestre) han demostrado ser resistentes a los nematodos (*Meloidogyne* spp.) y a la mayoría de las ETTS (Thies *et al.*, 2010; Thies *et al.*, 2015), sin afectar los parámetros de calidad del fruto (Huitrón-Ramírez *et al.*, 2007); no obstante, se desconoce si son resistente al MNSV.

Por estos motivos, es esencial disponer de portainjertos para sandía que mantengan los estándares de calidad habituales en el mercado y que brinden resistencia a ETTS. El objetivo de esta investigación fue evaluar el rendimiento y la calidad de sandías injertadas sobre portainjertos comerciales de híbridos interespecíficos y compararlos con portainjertos de sandía silvestre en suelos infestados de forma natural con MNSV asociado con *Olpidium bornovanus*.

## Materiales y métodos

Los experimentos se realizaron en el rancho “Las Carmelitas”, localizado en el estado de Colima, México (19.16° latitud norte, 103.38° longitud oeste) en una parcela a campo abierto. El experimento 1 se realizó en la temporada otoño-invierno 2011-2012 y el experimento 2 se realizó en la temporada otoño-invierno 2012-2013. Para ambos experimentos se consultaron las temperaturas máximas y mínimas (Figura 1) de la región con la ayuda de la red de estaciones del INIFAP (INIFAP, 2013).



**Figura 1. Temperaturas máximas y mínimas a lo largo del cultivo para el experimento 1 (2011-2012) y experimento 2 (2012-2013).**

El suelo de las parcelas experimentadas estaba infestado de forma natural con el virus de la mancha necrótica del melón (MNSV) asociado con el hongo vector *Ospidium bornovanus*, el cual fue identificado en el Laboratorio de Fitopatología de la Universidad de Almería, España previo a la realización del experimento, y corroborado posteriormente por el laboratorio de Fitopatología del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA) de la Universidad de Guadalajara. La textura del suelo es franco arenoso con 3.44% de materia orgánica, pH de 5.2, y conductividad eléctrica (CE) en el extracto de saturación de 0.9 dS m<sup>-1</sup>. En los dos experimentos se realizaron aplicaciones de fertilizante de fondo 0N-34.8P-72.8K (superfosfato y sulfato de potasio). Adicionalmente, a lo largo del ciclo se agregó, mediante el sistema de riego, 187N-14.2P-176K.

Material vegetal. Para el experimento 1 y experimento 2 se utilizó la variedad de sandía (*Citrullus lanatus*) triploide “Mielheart” del tipo mini, y como polinizador la sandía diploide “Minipool”. Los híbridos interespecíficos de *Cucurbita maxima* × *Cucurbita moschata* “RS-841” y “Ercole”, adicionalmente se utilizaron los portainjertos de sandías silvestres (*Citrullus lanatus* var *citroides*) “Robusta”, “RS0272” y “RS1833” para el experimento 1, generándose así un total de cinco tratamientos. En el experimento 2 no fue posible la utilización de los portainjertos de sandía silvestre “RS0272” y “RS1833” debido a su desaparición del mercado, por lo que únicamente se utilizaron los portainjertos “RS-841”, “Ercole” y “Robusta”.

En ambos experimentos se utilizó el portainjertos “RS-841” como control, debido a que este portainjerto se utiliza en la región para producir sandías de la variedad Mielheart. Las plántulas se injertaron por el método de aproximación utilizando el método descrito por Lee (1994). El sustrato que se utilizó para germinar y desarrollar la planta fue una mezcla de perlita y peat-moss a una proporción de 2:1 (v/v).

Manejo del cultivo. En los dos experimentos las plantas injertadas de sandías se plantaron a una distancia de 0.7 m sobre la cama y a 3.6 m entre camas. Las camas de plantación se cubrieron con plástico de polietileno plata/negro para acolchar. El riego fue por goteo, para ello se utilizó una cintilla con separación de goteros de 45 cm y un gasto de 1.2 L h<sup>-1</sup> (Rain Bird; California, Estados Unidos de América). Para cada tratamiento se hicieron cuatro repeticiones, para un total de 20 parcelas experimentales para el experimento 1, y 12 para el experimento 2. Cada unidad experimental se conformó por 5 camas de cultivo, con un ancho de 18 m y una longitud de filas de 10 m, dando un total de 180 m<sup>2</sup> por parcela.

El trasplante se realizó entre 14 y 17 días después del injerto, con una distribución de 2:1 entre las sandías triploides/diploides sobre la misma fila (Huitrón-Ramírez *et al.*, 2009). El control de maleza se hizo de forma manual y se utilizaron productos químicos para el control de plagas (imidacloprid, abamectina, cipermetrina) y enfermedades (clorotalonil, boscalid+ pyraclostrobina). Para una adecuada polinización se utilizaron abejas (*Apis mellifera*), las cuales se introdujeron a la parcela 30 días después del trasplante, utilizando 4 colmenas ha<sup>-1</sup>.

Determinación de calidad y rendimiento. La cosecha la realizó personal especializado, el cual cosechó únicamente frutas con estándares de calidad aceptables para el mercado. Se realizó un conteo de todos los frutos comercializables de la variedad Mielheart, de los cuales se seleccionaron cinco frutos por cada parcela experimental, por corte (cuatro cortes en cada experimento); posteriormente, se pesaron en una báscula (Mettler, Toledo Wildcat 3009; DF, México) para estimar el rendimiento y la producción total. Con el fin de medir los atributos de calidad, se hicieron determinaciones en tres frutos representativos (por cosecha), a los cuales se les midió el contenido total de sólidos solubles, firmeza, calibre, forma y grosor de corteza. Los sólidos solubles se midieron a partir del jugo de la fruta con un refractómetro digital (Atago Pal-1; Tokio, Japón).

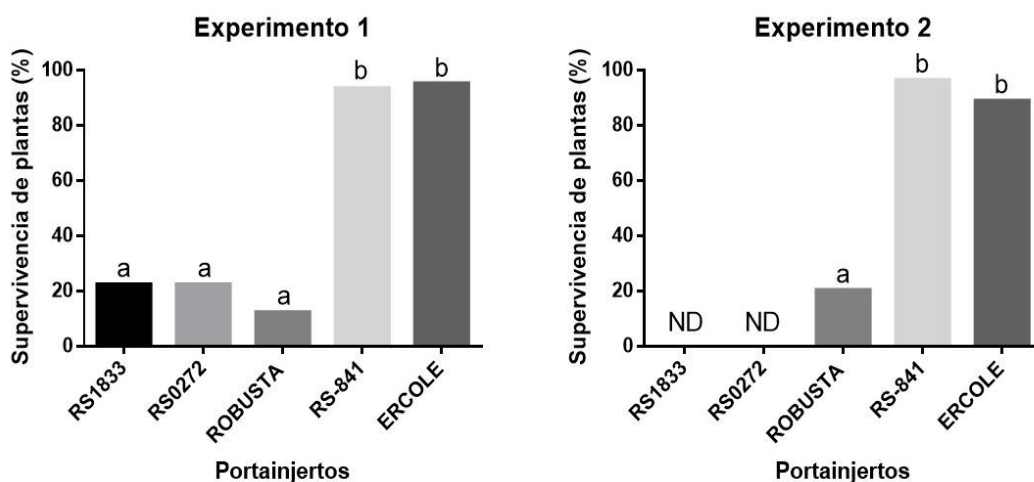
Se usó un penetrómetro (Bertuzzi FT-011; Milán, Italia) para determinar la firmeza de la pulpa del fruto, para esto se partió el fruto por la mitad, y se hicieron tres penetraciones, una en el centro del fruto y dos más en la zona perimetral de la pulpa, aproximadamente a 2 cm de la corteza del fruto, obteniendo tres lecturas, de las cuales se calculó el promedio. Se utilizó una cinta métrica para determinar el perímetro ecuatorial y longitudinal; para la forma se dividió el perímetro ecuatorial entre el perímetro longitudinal y por último se midió el grosor de corteza con un vernier digital. Al final del ciclo se estimó un porcentaje de supervivencia de las plantas para valorar la resistencia de los portainjertos al MNSV.

Análisis estadístico. Se utilizó un diseño de bloques al azar. En ambos experimentos cada bloque contó con un total de 72 plantas (48 triploides y 24 diploides). Los datos no normales fueron transformados por diversos procedimientos sugeridos por la transformación Box-Cox, las medias se compararon con la prueba LSD de Fisher. El análisis estadístico se realizó con el programa informático Minitab 16 (Minitab Inc., 2010).

## Resultados y discusión

En los experimentos 1 y 2, la mayoría de las plantas injertadas sobre los portainjertos de las sandías silvestres (*C. lanatus* cv. *citroides*) se marchitaron después de la primera cosecha, ocasionando la muerte de éstas (Figura 2). Los síntomas observados en las plantas injertadas sobre las sandías silvestres corresponden a una infección ocasionada por MNSV, los cuales han sido descritos y reportados para sandía y otras cucurbitáceas (Komuro, 1972; Moya *et al.*, 2009). Más de 80% de estas plantas presentaron necrosis en los tallos y numerosas manchas pequeñas necróticas por todo el follaje.

La presencia de *Oplidium bornovanus* se confirmó por medio de observación microscópica. Las infecciones ocasionadas por MNSV pueden ser asintomáticas en plantas jóvenes, así que los síntomas pueden aparecer repentinamente durante la etapa de maduración del fruto y puede causar daños que llegan a 100% de las plantas cuando existe la presencia del hongo vector *O. bornovanus* (Kwak *et al.*, 2015). Los portainjertos de *C. lanatus* cv. *citroides* han sido utilizados de forma comercial debido a su alta compatibilidad con variedades de sandías, altos rendimientos, resistencia a nematodos (*Meloidogyne* spp.) y algunos patógenos como *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* (Huitrón-Ramírez *et al.*, 2007; Thies *et al.*, 2010; Thies *et al.*, 2015), pero son muy susceptibles al MNSV.



**Figura 2.** Taza de supervivencia (%) de plantas de sandía injertadas sobre portainjertos de híbridos interespecíficos de *Cucurbita máxima* x *Cucurbita moschata* (“RS-841” y “Ercole”) y portainjertos de sandía silvestre (“RS-1833”, “RS0272” y “Robusta”) en suelos infestados con MNSV asociado con *O. bornovanus*.

Rendimiento. Se observó diferencia estadística en ambos experimentos en el peso medio del fruto (PUF) entre los portainjertos de híbridos interespecíficos de *C. maxima* x *C. moschata* y los portainjertos de sandía silvestre (Cuadro 1). El PMF de sandías normalmente incrementa cuando se injerta sobre portainjertos de sandía silvestre en suelos sin la presencia del MNSV y su hongo vector *O. bornovanus* (Rodríguez *et al.*, 2008). Por su parte, Bekhradi *et al.* (2011), observaron que el peso de los frutos de sandía no se ve afectado por el tipo de portainjertos que se use.

**Cuadro 1. Parámetros de rendimiento en sandías injertadas con diferentes portainjertos.**

Tratamientos	Frutos por planta	PMF (kg)	Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> )
Experimento 1 (2011-2012)			
RS1833	1.6 a	1.4 a	12.1 a
RS0272	1.7 a	1.7 a	13.5 a
Robusta	1.9 a	1.4 a	13.5 a
RS-841	5.1 b	2.4 b	49.5 b
Ercole	5.2 b	2.3 b	51.9 b
Significancia	***	***	***
Experimento 2 (2012-2013)			
Robusta	0.9 a	2.4 a	9 a
RS-841	3.8 b	3.4 b	52 b
Ercole	3.7 b	3.4 b	50 b
Significancia	***	***	***

PMF= peso medio del fruto; \*\*\*= significativo a  $p \leq 0.001$ . Letras diferentes indican diferencia significativa a  $p < 0.05$ .

De igual forma, Alan *et al.* (2007) no reporta diferencia en el PMF en un cultivo a campo abierto en el que comparó tres tipos de portainjertos y un control sin injertar. No obstante, la presencia de patógenos como el MNSV puede reducir el peso y tamaño del fruto en cultivares no resistentes (Huitrón-Ramírez *et al.*, 2009). En los dos experimentos de este estudio, los portainjertos de sandía silvestre produjeron menor cantidad de frutos, con diferencia estadística en comparación con los portainjertos de los híbridos interespecíficos.

Algunos autores han atribuido un mayor desarrollo de los frutos de sandía al vigoroso sistema radical de algunos portainjertos, como es el caso de los portainjertos de *C. maxima* × *C. moschata*, porque estos absorben agua y nutrientes de forma más eficiente e incrementan la tolerancia de las plantas injertadas a factores bióticos y abióticos (Rouphael *et al.*, 2008; Rouphael *et al.*, 2012; Borgognone *et al.*, 2013). Se pudo observar en este estudio, que el rendimiento de las plantas injertadas sobre “RS-841” y “Ercole” sobrepasó a las plantas injertadas sobre sandía silvestre por 430% en el experimento 1 y por 578% en el experimento 2.

Las plantas injertadas en los portainjertos de sandía silvestre comenzaron a marchitarse unos días antes de la primera cosecha en ambos experimentos, lo que redujo el desarrollo del fruto. Mientras que las plantas injertadas sobre “RS-841” y “Ercole” permanecieron sanas durante el desarrollo del fruto y la etapa de maduración; estos portainjertos permitieron al fruto lograr un estado óptimo de maduración (Figura 3). Las plantas infestadas con MNSV suelen sufrir un drástico descenso en el rendimiento en comparación con las plantas injertadas sobre híbridos interespecíficos de *C. maxima* × *C. moschata* (Huitrón-Ramírez *et al.*, 2009). De igual forma en este estudio las plantas injertadas sobre sandías silvestres fueron de un rendimiento menor que las plantas injertadas sobre “RS-841” y “Ercole”.





**Figura 3. Desarrollo de plantas de sandía injertadas en suelos infestados con MNSV.** Plantas de sandías injertadas sobre “Robusta” (*C. lanatus* cv. *citroides*) antes (A) y durante la maduración del fruto afectado por el MNSV (B). Plantas de sandía injertadas sobre “RS-841” (*C. maxima* × *C. moschata*) antes (C) y durante la maduración del fruto (D).

Calidad del fruto. En el experimento 1 y 2, se detectaron diferencias estadísticas en la firmeza de la pulpa del fruto (Cuadro 2) entre los tratamientos con portainjertos de híbridos interespecíficos y las sandías silvestres. La utilización de distintos portainjertos puede generar variabilidad en la firmeza del fruto (Bruton *et al.*, 2009). En la mayoría de los casos, la firmeza del fruto beneficia a los productores de sandía, ya que los frutos con mayor firmeza incrementan su vida de anaquel. Adicionalmente, el contenido de sólidos solubles (SS) es uno de los aspectos más importantes en la calidad del fruto, debido a que la presencia de azúcares es responsable del dulzor del fruto (Sánchez-Rodríguez *et al.*, 2012).

El tratamiento con el portainjertos “RS-841” mostró el mayor contenido de SS en ambos experimentos, registrando diferencia significativa con respecto a los demás tratamientos, incluso con respecto al portainjertos “Ercole”. No obstante, la mayoría de los autores afirman que el contenido de SS no parece ser alterado por el uso de diferentes tipos de portainjertos (Rouphael *et al.*, 2008; Han *et al.*, 2009; Bekhradi *et al.*, 2011; Miceli *et al.*, 2016). La corteza de los frutos de “RS-841” fue significativamente más delgada en los dos experimentos.

**Cuadro 2. Parámetros de calidad en sandía injertada.**

Tratamientos	Firmeza (kg)	SS (°Brix)	GC (mm)	PE (cm)	PL (cm)	Forma PE/PL
Experimento 1 (2011-2012)						
RS1833	2.7 a	9.8 a	11 b	46.7 a	48.9 a	0.98
RS0272	2.8 a	9.6 a	10.6 b	48.8 a	50.7 a	0.96
Robusta	2.7 a	9.7 a	10.7 b	48.1 a	49.4 a	0.97
RS-841	3.2 b	10.3 b	9.9 a	52.7 b	54.4 b	0.97
Ercole	3.2 b	9.9 a	10.7 b	52.2 b	53.3 b	0.98
Significancia	**	***	***	***	***	ns
Experimento 2 (2012-2013)						
Robusta	2.68 a	9.7 a	10.6 b	48 a	49.4 a	0.96
RS-841	3.16 b	10.3 b	9.9 a	53 b	54.3 b	0.96
Ercole	3.14 b	9.9 a	10.7 b	52 b	53.3 b	0.95
Significancia	*	*	**	***	***	ns

SS= sólidos solubles; GC= grosor de corteza; PE= perímetro ecuatorial; PL= perímetro longitudinal. Los símbolos <sup>ns</sup>, \*, \*\*, \*\*\*= no significativo, significativo a  $p \leq 0.05$ , 0.01, 0.001, respectivamente.

Una corteza más gruesa puede estar asociada a una reducción en el contenido de pulpa para el consumidor. Mientras que las sandías con una corteza muy delgada son más susceptibles a sufrir daños mecánicos durante el empaque y transporte (Alexopoulos *et al.*, 2007). Por esto, la preferencia en el grosor de corteza puede variar dependiendo del propósito para el que los frutos estén destinados. No se encontró variación en la forma del fruto en ninguno de los dos experimentos.

Es notable que los resultados previamente mencionados mostraron variación entre los dos experimentos estudiados. En el experimento 2, se observó una mayor mortalidad en el tratamiento con el portainjertos de “Robusta”, así como un incremento en la severidad de los síntomas del MNSV, con respecto al Experimento 1. Kido *et al.* (2008) indican que los síntomas del MNSV aumentan cuando la temperatura es inferior a 20 °C, y la propagación viral y diseminación incrementan a temperaturas superiores a 25 °C.

No obstante, bajo las condiciones en las que se establecieron los experimentos no era posible determinar si la oscilación en la temperatura era responsable por el incremento en la severidad de la infección del MNSV. En cambio, en las variables de calidad se pudo apreciar que el portainjertos “RS-841” mostró características superiores en comparación con los otros portainjertos. Özmen *et al.* (2015) observó un fenómeno similar cuando comparó distintos ciclos de sandías injertadas, estos autores mencionaron que el rendimiento no fue afectado por la variación estacional. No obstante, es bien conocido que los portainjertos pueden tener efectos sobre la calidad, aunque en la mayoría de los casos suele ser perjudicial, a excepción del tamaño del fruto (Lee, 1994).



## Conclusiones

Los portainjertos de los híbridos interespecíficos son una excelente opción para la producción de sandía “Mielheart” en suelos infestados con el virus de la mancha necrótica del melón (MNSV) y su hongo vector *Ospidium bornovanus*. Adicionalmente, estos portainjertos producen frutos con estándares de calidad aceptables para el mercado de los Estados Unidos de América. Los portainjertos de sandías silvestres no deben ser utilizados en suelos infestados con el MNSV porque son muy susceptibles a este virus y pueden ocasionar pérdidas considerables en el rendimiento. No obstante, bajo otras condiciones, los portainjertos de sandías silvestres pueden ser muy útiles, debido a su alta resistencia a plagas como los nematodos y a otros patógenos que se presentan en el suelo. La calidad del fruto fue afectada cuando se utilizaron portainjertos de sandía silvestre en suelos infestados con MNSV.

## Literatura citada

- Alan, O.; Ozdemir N. and Gunem, Y. 2007. Effect of grafting on watermelon plant growth, yield and quality. Pakistán. J. Agron. 6(2):362-365.
- Alexopoulos, A. A.; Kondylis, A. and Passam, H. C. 2007. Fruit yield and quality of watermelon in relation to grafting. Finlandia. J. Food Agric. Environ. 5(1):178-179.
- Bekhradi, F.; Kashi, A. and Deishad, M. 2011. Effect of three cucurbits rootstocks on vegetative and yield of ‘Charleston Gray’ watermelon. Irán. Int. J. Plant Prod. 5(2):105-110.
- Borgognone, D.; Colla, G.; Roupael, Y.; Cardarelli, M.; Rea, E. and Schwarz, D. 2013. Effect of nitrogen form and nutrient solution pH on growth and mineral composition of self-grafted and grafted tomatoes. Holanda. Scientia Hort. 149(1):61-69.
- Bruton, B. D.; Fish, W. W.; Roberts, W. and Popham, T. W. 2009. The Influence of Rootstock Selection on Fruit Quality Attributes of Watermelon. Emiratos Árabes Unidos. Open Food Sci. J. 3(1):15-34.
- Colla, G.; Roupael, Y.; Cardarelli, M. and Rea, E. 2006. Effect of salinity on yield, fruit quality, leaf gas exchange, and mineral composition of grafted watermelon plants. Estados Unidos de América. HortScience. 41(3):622-627.
- Crinò, P.; Lo Bianco, C.; Roupael, Y.; Colla, G.; Saccardo F. and Paratore, A. 2007. Evaluation of rootstock resistance to fusarium wilt and gummy stem blight and effect on yield and quality of a grafted “inodorus” melon. Estados Unidos de América. HortScience. 42(3):521-525.
- Davis, A. R.; Perkins, V. P.; Hassell, R.; Levi, A.; King, S. R. and Zhang, X. 2008. Grafting effects on vegetable quality. Estados Unidos de América. HortScience. 43(6):1670-1672.
- Davis, A. R. and Perkins, V. P. 2005. Rootstock Effects on Plant Vigor and Watermelon Fruit Quality. Estados Unidos de América. Cucurbit Genet Coop Rep. 28(1):39-42.
- FAOSTAT. 2016. Crops production. <<http://faostat.fao.org/default.aspx>>.
- García, R. M. R.; Chiquito, A. E.; Loeza, L. P. D.; Godoy, H. H.; Pineda, E. V.; Pons, H. J. L.; González, Ch. M. M. y Anaya, L. J. L. 2010. Producción de chile ancho injertado sobre criollo de Morelos 334 para el control de *Phytophthora capsici*. Agrociencia. 44(6):701-709.
- Guirado, M.; Sáez, E.; Serrano, Y. y Gómez, J. 2009. Obtención y caracterización de aislados monoesporangiales de *Ospidium bornovanus*. España. Bol. San. Veg. Plagas. 35(4):629-644.

- Han, J. S.; Park, S.; Shigaki, T.; Hirschi, K. D. and Kim, C. K. 2009. Improved watermelon quality using bottle gourd rootstock expressing a Ca<sup>2+</sup>/H<sup>+</sup> antiporter. Holanda. Mol. Breed. 24(3):201-211.
- Herrera, V. J.; Córdoba, S. M.; Cebrián, M.; Rosselló, J.; Alfaro, H. A. and Jordá, C. 2010. Genetic diversity of Melon necrotic spot virus and *Olpidium* isolates from different origins. Reino Unido. Plant Pathol. 59(2):240-251.
- Huitrón, R. M. V.; Diaz, M.; Diáñez, F. y Camacho, F. 2007. The effect of various rootstocks on triploid watermelon yield and quality. Finlandia. J. Food, Agric. Environ. 5(3/4):344-348.
- Huitrón, R. M. V.; Ricárdez, S. M. and Camacho, F. F. 2009. Influence of grafted watermelon plant density on yield and quality in soil infested with melon Necrotic Spot Virus. Estados Unidos de América. HortScience. 44(7):1838-1841.
- INIFAP. 2013. Red de estaciones del INIFAP. 30 de mayo 2016. <<http://clima.inifap.gob.mx/redinifap/>>.
- Kido, K.; Tanaka, C.; Mochizuki, T.; Kubota, K.; Ohki, T.; Ohnishi, J.; Knight, L. M. and Tsuda, S. 2008. High temperatures activate local viral multiplication and cell-to-cell movement of Melon necrotic spot virus but restrict expression of systemic symptoms. Estados Unidos de América. Phytopathology. 98(2):181-186.
- King, S. R.; Davis, A. R.; Zhang, X. and Crosby, K. 2010. Genetics, breeding and selection of rootstocks for Solanaceae and Cucurbitaceae. Holanda. Scientia Hort. 127(2):106-111.
- Komuro, Y. 1972. Cucumber green mottle mosaic virus on cucumber and watermelon and melon necrotic spot virus on muskmelon. Japón. Jpn. Agr. Res. Q. 6(1):41-45.
- Kwak, H. R.; Kim, J. S.; Cho, J. D.; Lee, J. H.; Kim, T. S.; Kim, M. K. and Choi, H. S. 2015. Characterization of melon necrotic spot virus occurring on watermelon in Korea. Pakistán. Plant Pathol. J. 31(4):379-387.
- Kyriacou, M. C.; Soteriou, G. A.; Roupheal, Y.; Siomos, A. S. and Gerasopoulos, D. 2016. Configuration of watermelon fruit quality in response to rootstock-mediated harvest maturity and postharvest storage. Reino Unido. J Sci Food Agriculture. 96(7):2400-2409.
- Lee, J. M. 1994. Cultivation of grafted vegetables. I. Current status, grafting methods, and benefits. Estados Unidos de América. HortScience. 29(4):235-239.
- Miceli, A.; Romano, C.; Moncada, A.; Piazza, G.; Torta, L.; D'Anna, F. and Vetrano F. 2016. Yield and quality of mini-watermelon as affected by grafting and mycorrhizal inoculum. J. Agr. Sci. Tech. 18(2):505-516.
- Minitab 16. 2010. Minitab Inc. Versión 16.1.0.
- Moya, M. G.; Sáez, E.; Serrano, Y. y Gómez, J. 2009. Etiología de la muerte súbita de la sandía en invernaderos del sureste peninsular de España. España. Bol. San. Veg. Plagas. 35(4):617-628.
- Osuna, Á. P.; Aguilar, S. J.; Fernández, P. S.; Godoy, H. H.; Corral, D. B.; Flores, M. J. P.; Borrego, P. A. y Olivas, E. 2012. Injertos en chiles tipo Cayene, jalapeño y chilaca en el noroeste de Chihuahua. México. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 3(1):739-750.
- Özmen, S.; Kanber, R.; Sarı, N. and Ünlü, M. 2015. The effects of deficit irrigation on nitrogen consumption, yield, and quality in drip irrigated grafted and ungrafted watermelon. Holanda. J. Integr. Agric. 14(5):966-976.
- Ricárdez, S. M.; Huitrón, R. M. V.; Tello, M. J. C. and Camacho, F. F. 2010. Planting density for grafted melon as an alternative to methyl bromide use in Mexico. Holanda. Scientia Hort. 126(2):236-241.

- Rodríguez, N.; Huitrón, M.V.; Díaz, M. and Camacho, F. 2008. Effect of different rootstocks on the production and quality of watermelon cv. Reina de Corazones. Bélgica. *Acta Hort.* 797(3/4):437-442.
- Rouphael, Y.; Cardarelli, M.; Colla, G. and Rea, E. 2008. Yield, mineral composition, water relations, and water use efficiency of grafted mini-watermelon plants under deficit irrigation. Estados Unidos de América. *HortScience.* 43(3):730-736.
- Rouphael, Y.; Cardarelli, M.; Rea, E. and Colla, G. 2012. Improving melon and cucumber photosynthetic activity, mineral composition, and growth performance under salinity stress by grafting onto Cucurbita hybrid rootstocks. Holanda. *Photosynthetica.* 50(2):180-188.
- Sánchez, R. E.; Leyva, R.; Constán, A. C.; Romero, L. and Ruiz, J. M. 2012. Grafting under water stress in tomato cherry: improving the fruit yield and quality. Reino Unido. *Ann. Appl. Biol.* 161(3): 302-312.
- Thies, J. A.; Ariss, J. J.; Hassell, R. L.; Olson, S.; Kousik, C. S. and Levi, A. 2010. Grafting for management of southern root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, in watermelon. Estados Unidos de América. *Plant Dis.* 94(10):1195-1199.
- Thies, J. A.; Ariss, J. J.; Hassell, R. L.; Buckner, S. and Levi, A. 2015. Accessions of *Citrullus lanatus* var. *citroides* are valuable rootstocks for grafted watermelon in fields infested with root-knot nematodes. Estados Unidos de América. *HortScience.* 50(1):4-8.
- USDA. 2006. United States standards for grades of watermelon. <http://www.ams.usda.gov/amsv1.0/getfile?ddocname=stelprdc5050334/>.